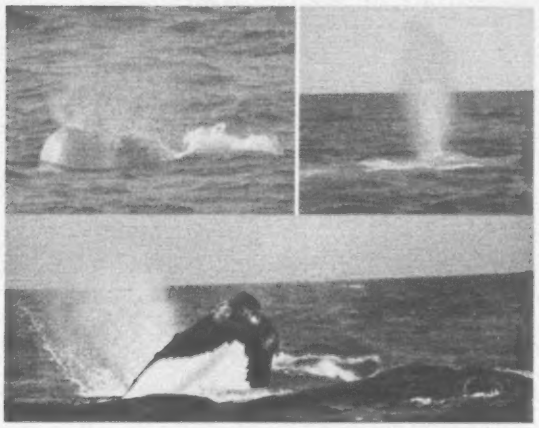
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale | Avis scientifique 2015/005

EXAMEN DES MESURES D'ATTÉNUATION ET DE SURVEILLANCE DANS LE CADRE DES ACTIVITÉS DE LEVÉS SISMIQUES DANS L'HABITAT D'ESPÈCES DE CÉTACÉS EN PÉRIL ET À PROXIMITÉ DE CELUI-CI



Source des photos : Baleine à bec commune (en haut à gauche), photo prise par H. Moors-Murphy; rorqual bleu (en haut à droite), photo prise par le laboratoire Whitehead de l'Université Dalhousie; baleines noires de l'Atlantique Nord (en bas), photo prise par C. Gomez.

Figure 1. Carte des six régions administratives de Pêches et Océans Canada (MPO).

Contexte :

Les incidences potentielles des sons produits par les canons à air utilisés durant les levés sismiques sont une source de préoccupation concernant les cétacés. Depuis l'instauration de la Loi sur les espèces en péril *(LEP) en 2002, le nombre de levés sismiques exploratoires effectués dans les eaux canadiennes par l'industrie pétrolière extracôtière a augmenté. Lorsque des levés sismiques sont effectués dans les eaux canadiennes, il est nécessaire de prendre des mesures d'atténuation afin de réduire les répercussions négatives potentielles des activités de levés sismiques sur les mammifères marins, y compris les espèces de cétacés en péril. Depuis 2008, l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin [ci-après l'Énoncé de pratiques canadiennes] sert à orienter les normes minimales d'atténuation qui s'appliquent aux levés sismiques effectués dans les eaux marines du Canada libres de glace. Toutefois, on ne connaît pas l'efficacité de ces mesures d'atténuation pour éviter les répercussion interdits par la LEP comportant le fait de tuer un individu d'une espèce menacée ou en voie de disparition, de lui nuire, de le harceler et de détruire son habitat essentiel. L'exploitation pétrolière et gazière ainsi que les activités de cartographie dans les zones fréquentées par des cétacés inscrits en vertu de la LEP ont donc entraîné le besoin d'évaluer la capacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes de répondre aux exigences de la LEP et de déterminer si des mesures d'atténuation modifiées ou supplémentaires sont nécessaires pour éviter les répercussions interdits par la LEP.*

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 25 au 27 mars 2014 sur la Revue des mesures de migration et de suivi des activité de relevé séismique à la proximité de l'habitat des espèces de cétacé en péril. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Février 2015

Canada

SOMMAIRE

- L'exploitation pétrolière et gazière ainsi que les activités de cartographie dans les zones fréquentées par des espèces de cétacés inscrites en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) ont entraîné le besoin d'examiner l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin [ci-après l'Énoncé de pratiques canadiennes] et d'évaluer son efficacité pour éviter les répercussions interdits par la LEP (tuer un individu, lui « nuire » et le « harceler » et « détruire » un habitat essentiel) sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP.
- En s'appuyant sur les avis précédents, on a examiné l'incidence potentielle des sons produits par les canons à air utilisés durant les levés sismiques sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP afin de déterminer les conséquences éventuelles et les séquences des effets liées au fait de « tuer » un individu, de lui « nuire » et de le « harceler » et de « détruire » un habitat essentiel (à l'aide des plus récentes définitions de ces termes disponibles) (tableau 1).
- Les mesures possibles de l'exposition au bruit qui pourraient être utilisées afin de déterminer les seuils quantitatifs pour éviter les impacts interdits par la LEP ont fait l'objet de discussions (tableau 2). Il existe des mesures possibles de l'exposition au bruit pour un certain nombre d'effets potentiels comme les effets physiologiques auditifs, les changements dans les vocalisations, la capacité diminuée de détection acoustique passive des proies, des prédateurs et des congénères ainsi que la capacité diminuée d'évitement des menaces anthropiques. Dans la plupart des cas, toutefois, il n'existe pas de descripteurs normalisés utilisés par l'ensemble de la communauté scientifique pour ces mesures.
- Il est impossible pour le moment de déterminer des seuils uniques indépendants pour éviter les impacts interdits par la LEP étant donné qu'il y a peu d'information sur les liens quantitatifs entre les mesures de l'exposition au bruit et les mesures des réactions en ce qui concerne les cétacés. Les déplacements permanents et temporaires du seuil auditif pourraient servir à établir des seuils pour éviter les effets physiologiques entraînant le fait de tuer un individu, de lui « nuire » et de le « harceler », mais ils ne traiteraient qu'en partie les impacts interdits par la LEP, et des seuils supplémentaires seraient nécessaires pour les effets potentiels sur le comportement et l'écologie. D'autres recherches et analyses sont requises afin d'établir un lien entre les mesures de l'exposition au bruit et les seuils quantitatifs pour les divers effets physiologiques, comportementaux et écosystémiques causés par l'exposition à des levés sismiques qui pourraient entraîner des impacts interdits par la LEP.
- Compte tenu des incertitudes qui subsistent quant aux seuils pour éviter les impacts interdits par la LEP, la mise en œuvre de mesures fiables de précaution et d'atténuation des risques est probablement l'approche la plus efficace pour minimiser les répercussions négatives potentielles sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Ainsi, bien qu'on ne puisse recommander de seuils quantitatifs, les mesures d'atténuation de l'Énoncé des pratiques canadiennes ont été examinées avec prudence en ce qui concerne la réduction ou l'évitement des impacts interdits par la LEP sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP en utilisant la population de baleines à bec communes du plateau néo-écossais, les baleines noires de l'Atlantique Nord et les rorquals bleus de l'Atlantique comme études de cas.
- Il a été conclu que la plupart des mesures d'atténuation de l'Énoncé des pratiques canadiennes étaient susceptibles de réduire les impacts négatifs potentiels des sons produits par les canons à air sur les individus, mais à des degrés divers et avec certaines mises en garde (tableau 3). Par exemple, l'efficacité peut être limitée par la disponibilité des renseignements sur la répartition, l'abondance et le comportement d'une espèce, ou par la façon précise dont la mesure d'atténuation est appliquée. La mise en œuvre de l'ensemble des multiples mesures de l'Énoncé des pratiques canadiennes est susceptible d'être plus efficace que n'importe quelle mesure prise

individuellement, et l'Énoncé des pratiques canadiennes permet une certaine souplesse pour améliorer les mesures d'atténuation visant à satisfaire aux exigences de la LEP étant donné qu'il stipule que les exploitants peuvent être tenus de mettre en place des mesures d'atténuation supplémentaires ou modifiées pour certaines espèces préoccupantes.

- L'Énoncé des pratiques canadiennes se concentre sur la réduction des effets néfastes notables sur les individus et les populations, principalement grâce à des efforts visant à réduire les blessures physiques potentielles chez les animaux à proximité de canons à air, mais il ne fournit pas de mesures d'atténuation précises pour réduire les impacts qui peuvent se produire à des distances plus grandes de la source du son (c.-à-d. au-delà de la zone de sécurité) ou pour réduire les impacts sur l'habitat. La planification des levés sismiques pour éviter les effets néfastes notables ou éviter de déplacer ou de faire dévier des mammifères marins inscrits est considérée comme la seule mesure de l'Énoncé des pratiques canadiennes qui traite de la prévention des « dommages » potentiels à des individus ou de leur « harcèlement » au-delà de la zone de sécurité établie ou de la « destruction » de l'habitat essentiel.
- La planification des levés sismiques pour éviter le chevauchement spatial et temporel avec des zones où l'on s'attend à ce que des cétacés inscrits en vertu de la LEP soient présents est considérée comme la mesure d'atténuation la plus efficace pour réduire les impacts sur les individus et leur habitat essentiel, mais dépend de l'obtention de renseignements adéquats sur la répartition et l'abondance. Dans bien des cas, un effort de recherche est nécessaire avant la tenue des activités de levés sismiques pour déterminer, de manière suffisante, l'occurrence des espèces, de sorte que des mesures d'évitement spatiales et temporelles puissent être appliquées efficacement. En outre, il n'est pas toujours possible d'éviter le chevauchement spatial et temporel étant donné que les levés sismiques sont habituellement limités à une zone d'intérêt précise et que les espèces qui y vivent toute l'année ne peuvent être évitées.
- Le rayon de la zone de sécurité devrait être, selon le paramètre le plus prudent, de 500 mètres ou un rayon calculé à l'aide de modèles de propagation s'appuyant sur les meilleures données scientifiques disponibles pour un seuil acoustique prédéterminé (qui n'a pas encore été établi), en tenant compte, dans la mesure du possible, des espèces, de l'environnement et du contexte de la source du son; ce rayon devrait être validé par des mesures sur le terrain.
- Afin de surveiller efficacement une zone de sécurité pour les cétacés, les activités de levés sismiques et les méthodes de détection des cétacés doivent être conçues de manière à maximiser la probabilité de détecter les cétacés inscrits en vertu de la LEP afin d'atteindre un objectif en matière de probabilité de détection dans la zone de sécurité qui soit conforme aux exigences de la LEP (lequel n'a pas encore été établi). Les méthodes et les technologies améliorées de surveillance en temps réel, comme les périodes d'observation prolongées avant l'intensification, le fait d'effectuer les activités de levés sismiques seulement lors de bonnes conditions de visibilité, le fait de disposer d'un nombre suffisant d'observateurs de mammifères marins expérimentés et qualifiés, l'utilisation d'autres moyens de surveillance, l'amélioration des observations visuelles à l'aide de la surveillance acoustique passive et/ou d'autres technologies de surveillance, devraient être prises en compte. Une combinaison de méthodes et de technologies de détection peut être nécessaire pour atteindre l'objectif en matière de probabilité de détection.
- L'efficacité des procédures d'intensification ou de la réduction de canons à air à un seul bulleur comme mesure d'atténuation pendant les levés sismiques n'est pas entièrement comprise, bien que des études de modélisation et des études sur les réactions comportementales soient en cours afin d'étudier son efficacité.
- Afin de se conformer à la LEP en évitant les impacts interdits par celle-ci, il est nécessaire d'effectuer des efforts de recherche visant à améliorer notre compréhension de la répartition et de

l'abondance au fil du temps, des réactions comportementales et physiologiques des cétacés aux sons produits par les canons à air et des conséquences de telles réactions sur l'utilisation de l'habitat, la santé, la reproduction, la survie et le rétablissement des espèces touchées. Ces efforts seront particulièrement importants dans les zones où les levés sismiques chevauchent l'aire de répartition des cétacés inscrits en vertu de la LEP. De telles études ont été réalisées, et continuent de l'être, par la communauté scientifique internationale, et sont importantes pour approfondir nos connaissances de l'étendue des impacts des levés sismiques sur les cétacés. Pour être plus pertinente dans le cadre d'une gestion efficace, cette recherche doit être axée sur la réduction des risques ou des dommages plutôt que sur la connaissance parfaite de la biologie fondamentale derrière les impacts, laquelle pourrait prendre plusieurs années et, par conséquent, retarder les mesures d'atténuation utiles.

- Des recherches spécifiquement conçues seront nécessaires pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation mises en œuvre au cours des levés sismiques afin de réduire les impacts des sons produits par les canons à air sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. De telles études devront être conçues avec des protocoles rigoureux de collecte de données ainsi qu'une efficacité et une sensibilité statistique suffisantes pour permettre la détection et l'analyse quantitative des effets néfastes potentiels à des distances de la source du son où les impacts interdits par la LEP peuvent se produire, y compris au-delà de la zone de sécurité définie.

INTRODUCTION

L'industrie pétrolière extracôtière démontre un intérêt croissant pour l'exploitation pétrolière et gazière dans les eaux canadiennes, en particulier au large de la côte est du Canada. Depuis l'instauration de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en 2002, le nombre de permis d'exploration délivrés et de levés sismiques effectués dans des parcelles au large de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve a augmenté, et le plus récent appel d'offres pour des parcelles au large de la Nouvelle-Écosse comprenait l'habitat essentiel désigné des baleines à bec communes du plateau néo-écossais, qui sont en voie de disparition. Les bruits sous-marins, en particulier les sons forts, peuvent avoir des effets néfastes sur les cétacés par l'entremise d'un certain nombre de mécanismes et sont considérés comme une menace potentielle pour les individus et les populations. Des préoccupations ont donc été soulevées quant aux impacts potentiels de l'exploitation pétrolière et gazière et des activités de cartographie sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP, particulièrement les sons produits par les canons à air utilisés durant les levés sismiques.

Il est interdit, en vertu de l'article 32 de la LEP, de tuer des individus d'une espèce menacée ou en voie de disparition, de leur « nuire » et de les « harceler » et, en vertu de l'article 58, de « détruire » des zones spécifiques désignées comme leur habitat essentiel (LEP 2002). Toutefois, à condition que des critères précis soient respectés, la LEP permet des activités qui seraient autrement interdites en vertu de la *Loi* grâce à la délivrance de permis ou à la conclusion d'accords en vertu des articles 73 et 74. La LEP prévoit également des exceptions pour des activités qui seraient autrement interdites, comme il est décrit dans l'article 83 (LEP 2002).

Des mesures d'atténuation sont requises pour les activités de levés sismiques dans les eaux canadiennes afin de réduire les effets néfastes potentiels sur les mammifères marins, y compris les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Depuis 2008, l'Énoncé des pratiques canadiennes sert à orienter les exigences minimales en matière de mesures d'atténuation pour les opérations sismiques dans toutes les eaux marines du Canada libres de glace (MPO 2008). Toutefois, on se pose la question si les recommandations génériques fournies dans l'Énoncé des pratiques canadiennes sont adéquates pour éviter les impacts interdits par la LEP sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Des évaluations environnementales propres au projet, qui sont examinées par les organismes de réglementation de l'industrie pétrolière extracôtière, Pêches et Océans Canada, Environnement Canada et d'autres intervenants, sont effectuées avant la tenue des activités de levés sismiques dans les eaux

canadiennes afin de déterminer si les mesures d'atténuation proposées sont suffisantes et définir toute mesure supplémentaire nécessaire. Les entreprises membres de l'Association canadienne des producteurs pétroliers et leurs entrepreneurs en exploration sismique ont souvent mis en place des mesures d'atténuation supplémentaires déterminées au cours du processus d'évaluation environnementale afin de réduire davantage les impacts des activités de levés sismiques sur les espèces vulnérables et les zones marines sensibles.

Il existe actuellement peu de directives sur les mesures d'atténuation supplémentaires qui doivent être prises en compte pour s'assurer d'éviter les impacts interdits par la LEP sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. L'intérêt accru pour l'exploitation pétrolière et gazière et la cartographie dans les zones présentant un potentiel géophysique qui chevauchent les zones fréquentées par des cétacés inscrits en vertu de la LEP a entraîné le besoin d'évaluer la capacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes d'éviter les impacts interdits par la LEP et de déterminer toute mesure d'atténuation modifiée ou supplémentaire nécessaire.

Le Secrétariat canadien de consultation scientifique a organisé une réunion du 25 au 27 mars 2014 pour :

(a) examiner les mesures et les seuils possibles de l'exposition au bruit qui pourraient servir à éviter les impacts (tuer, « nuire » et « harceler ») sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP et la « destruction » de leur habitat essentiel, comme l'exige la LEP;
(b) déterminer l'efficacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes quant à la satisfaction des exigences de la LEP visant à protéger les individus et leur habitat essentiel;
(c) déterminer les modifications à apporter à l'Énoncé des pratiques canadiennes ou les mesures d'atténuation et de surveillance supplémentaires qui pourraient servir à répondre aux exigences de la LEP.

Ces mesures d'atténuation ont été examinées en utilisant la population des baleines à bec communes du plateau néo-écossais (*Hyperoodon ampullatus*), les baleines noires de l'Atlantique Nord (*Eubalaena glacialis*) et les rorquals bleus de l'Atlantique (*Balaenoptera musculus*) comme études de cas durant les discussions relatives aux points b) et c).

ANALYSE

Mesures et seuils d'exposition au bruit pour les cétacés

On a demandé au Secteur des sciences du MPO de déterminer les mesures et les seuils d'exposition au bruit pour les activités de levés sismiques qui pourraient servir à éviter les impacts interdits par la LEP sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Theriault et Moors-Murphy (non publié[1]) fournissent des renseignements complémentaires et une disucssion sur le contenu de cette section.

La détermination des mesures appropriées de l'exposition au bruit et des seuils connexes pour éviter les impacts interdits par la LEP nécessite la compréhension des critères qui doivent être satisfaits grâce à la mise en place de tels seuils. Par exemple, afin d'établir un seuil acoustique pour les activités de levés sismiques visant à prévenir les « dommages » causés à des individus, il est nécessaire de comprendre ce que signifie « dommages » (dans le contexte de la LEP) ainsi que la façon dont les caractéristiques du son se rapportent aux effets ou aux réactions possibles qui constitueraient des « dommages » et devraient donc être évités, avant qu'une mesure appropriée de l'exposition au bruit puisse être choisie.

Les plus récentes définitions des termes « dommages », « harcèlement » et « destruction » de l'habitat essentiel en vertu de la LEP sont les suivantes :

[1] Theriault, J. et Moors-Murphy, H.B. (non publié). *Species at Risk criteria and seismic survey noise thresholds for cetaceans.* Secr. can. de consult. sci. du MPO. Document de travail.

- Les dommages sont « le résultat préjudiciable d'une activité au cours de laquelle un ou plusieurs événements réduisent la valeur adaptative (survie, reproduction, mouvement) des individus » (MPO 2013).
- Le harcèlement est « tout acte ou série d'actes qui a tendance à perturber, à effrayer ou à importuner un individu ou une population, qui, en raison de sa fréquence et de son ampleur, entraîne des changements dans le comportement normal qui réduisent la capacité d'un individu à accomplir un ou plusieurs de ses processus vitaux, ce qui pourrait mettre en péril la survie ou le rétablissement de l'espèce » (définition la plus récente fournie par le Programme des espèces en péril de Pêches et Océans Canada, adaptée de la définition du MPO [2009] de « harceler » pour intégrer les résultats des décisions récentes de la Cour suprême; voir Cour provinciale de la Colombie-Britannique, 2012).
- La destruction de l'habitat essentiel est « déterminée au cas par cas. On peut parler de destruction lorsqu'il y a dégradation d'une partie de l'habitat essentiel, soit de façon permanente ou temporaire, à un point tel que l'habitat essentiel n'est plus en mesure d'assurer ses fonctions au moment où l'espèce en a besoin. Cette destruction pourrait être attribuable à une seule ou à de multiples activités, et se produire à un moment précis ou résulter des effets cumulatifs d'une ou de plusieurs activités à différents moments » (EC 2009) [2].

Les effets potentiels (réactions) des sons produits par les canons à air sur les mammifères marins ont déjà été évalués par le MPO (2004). Ces effets potentiels, avec quelques modifications et ajouts, ont été hypothétiquement liés aux impacts interdits par la LEP de « tuer », « nuire », « harceler » et « détruire » (habitat essentiel), comme il est précisé ci-dessus, en déterminant les répercussions et les conséquences directes et indirectes de chaque effet ou réaction possible (tableau 1). Lorsqu'elles sont disponibles, les preuves scientifiques à l'appui des liens établis (même si elles ne concernent pas nécessairement les ondes sismiques en particulier) sont fournies dans le tableau 1.

Un examen des mesures de l'exposition au bruit associées à chaque effet ou réaction possible qui pourraient servir à établir des seuils visant à satisfaire aux exigences de la LEP a été réalisé (tableau 2). Des lacunes importantes dans les connaissances scientifiques font en sorte qu'il est difficile de déterminer les mesures appropriées de l'exposition au bruit pour les effets physiologiques non auditifs, la modification des régimes de plongée et de respiration, le déplacement et la déviation des voies migratoires, la modification du comportement social, la modification de l'emploi du temps, la modification des processus cognitifs et la capacité réduite d'utiliser ou d'occuper l'habitat essentiel. Il a été déterminé qu'il existe des mesures de l'exposition au bruit (en ce sens que des mesures qui peuvent être liées aux effets ou aux réactions ainsi que la technologie pour effectuer de telles mesures existent) pour les effets physiologiques auditifs, les changements dans les vocalisations, la capacité diminuée de détection acoustique passive des proies, des prédateurs et des congénères, ainsi que la capacité diminuée d'évitement des menaces anthropiques (tableau 2). Toutefois, dans la plupart des cas, il n'existe actuellement aucun descripteur normalisé utilisé par l'ensemble de la communauté scientifique pour ces mesures et il n'a pas été possible de déterminer un seuil quantitatif pour les effets

[2] Étant donné que les mammifères marins utilisent à la fois la réception passive et la transmission active des sons, les niveaux de bruit de fond ambiants de leur habitat peuvent améliorer ou réduire leur aptitude pour ces activités (MPO 2009). Les activités qui altèrent l'environnement acoustique de l'habitat essentiel des espèces de cétacés menacées ou en voie de disparition pourraient entraîner la destruction de l'habitat essentiel si ses fonctions (p. ex. fournir de la nourriture, soutenir les processus essentiels du cycle biologique, comme socialiser, s'accoupler, mettre bas et élever les petits) sont non disponibles ou compromises de manière temporaire ou permanente lorsque les cétacés en ont besoin. Par exemple, si les sons produits au cours des levés sismiques devaient accroître le bruit de fond d'un habitat essentiel réputé être un milieu d'alimentation important pour une espèce en péril au point que les individus ne soient plus en mesure de chercher de la nourriture de manière efficace (les empêchant donc d'avoir accès à de la nourriture dans leur habitat essentiel), alors on jugerait qu'il y a eu destruction de l'habitat essentiel. Il est donc possible que les activités anthropiques qui produisent des sons altèrent l'environnement acoustique de l'habitat essentiel des cétacés inscrits en vertu de la LEP au point de détruire l'habitat essentiel (MPO 2009).

ou les réactions possibles en ce qui concerne les impacts interdits par la LEP, tels qu'ils sont actuellement définis, sans effectuer d'autres recherches (p. ex. des études sur la réaction comportementale) étant donné que la quantité de données disponibles est limitée. Les seuils sont également susceptibles d'être propres aux espèces et au contexte, ce qui rend la sélection de seuils appropriés d'autant plus difficile.

Il a été déterminé qu'il existe actuellement des données qui pourraient être utilisées pour aider à établir des seuils quantitatifs pour les effets physiologiques auditifs (tableau 2). Les seuils fondés sur le déplacement permanent du seuil auditif pourraient probablement être utilisés pour les effets physiologiques entraînant la mort des individus et les seuils fondés sur le déplacement temporaire du seuil auditif pour les effets physiologiques entraînant le « harcèlement » des individus, mais on ne sait pas très bien si les seuils pour les effets physiologiques entraînant des « dommages » devraient être fondés sur le déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif. Même si le déplacement permanent du seuil auditif est utilisé par d'autres pays comme seuil pour les blessures physiques (p. ex. NOAA 2013), la définition la plus récente de « dommages » ne se limite pas aux blessures physiques et le déplacement temporaire répété du seuil auditif pourrait répondre aux critères relatifs aux « dommages » selon la LEP (tableau 1). D'autres discussions sont nécessaires pour déterminer si les seuils pour les effets physiologiques entraînant des « dommages » devraient être fondés sur le déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif. Un examen des publications de Southall *et al.* (2007), NOAA (2013) ainsi que de toute nouvelle publication scientifique sur le déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif fournirait probablement les renseignements nécessaires pour déterminer les mesures de l'exposition au bruit les plus appropriées et les seuils connexes pour éviter les effets physiologiques entraînant le fait de tuer un individu, de lui « nuire » et de le « harceler ». Il est probable que plusieurs mesures et seuils connexes seront établis pour le déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif (par exemple, voir Southall *et al.* 2007 et NOAA 2013).

La modification ou la réduction de l'espace de communication potentiel a été proposée en tant que mesure qui pourrait servir à établir un seuil quantitatif pour les changements dans les vocalisations, la capacité diminuée de détection acoustique passive des proies, des prédateurs et des congénères ainsi que la capacité diminuée d'évitement des menaces anthropiques (tableau 2), mais encore une fois, il a été impossible d'établir des seuils quantitatifs en raison du manque de données disponibles.

Il convient de noter qu'en raison des multiples effets et réactions possibles qui pourraient être liés à l'un ou l'autre des impacts interdits par la LEP (tableau 1), il devient difficile de déterminer des seuils de perturbation acoustique uniques et indépendants concernant le fait de tuer, « nuire », « harceler » ou « détruire », étant donné que la mesure choisie pour n'importe quel seuil doit être pertinente pour traiter une vaste gamme d'effets physiologiques, comportementaux et écologiques. Par ailleurs, il peut être plus approprié d'établir plusieurs seuils à respecter pour traiter le vaste éventail d'effets potentiels. Par exemple, pour prévenir les « dommages » aux individus, il peut être nécessaire d'établir un seuil pour traiter les effets physiologiques (p. ex. le déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif), un seuil pour traiter les effets comportementaux (p. ex. un changement dans les taux de vocalisation) et un seuil pour traiter les effets écologiques (p. ex. la modification ou la réduction de l'espace de communication potentiel). Des discussions supplémentaires seront nécessaires pour déterminer les effets et les réactions possibles ainsi que les mesures de l'exposition au bruit associées les plus pertinentes pour traiter chaque impact interdit par la LEP.

En raison de l'existence d'importantes lacunes dans les connaissances quant aux effets des sons produits par les canons à air sur les mammifères marins en général, et plus précisément sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP, il est difficile de déterminer les mesures appropriées et les seuils connexes pour éviter les impacts interdits par la LEP. L'approfondissement de notre compréhension des réactions comportementales et physiologiques des cétacés aux sons produits par les canons à air ainsi que des conséquences de ces réactions sur l'utilisation de l'habitat, la santé, la reproduction, la survie et le rétablissement des individus touchés demeure un sujet de recherche important dans le domaine des mammifères marins et du bruit dans le monde entier. Il est nécessaire de poursuivre les

efforts internationaux quant à l'élaboration de technologies novatrices et d'effectuer des études scientifiques rigoureusement conçues pour combler ces lacunes dans les connaissances. Pour être plus pertinente aux fins de gestion, cette recherche doit être axée principalement sur la réduction des risques ou des dommages plutôt que sur les réactions et les impacts précis dans tous les contextes, étant donné que cette tâche prendra plusieurs années.

Efficacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes pour les cétacés inscrits en vertu de la LEP

On a demandé conseil au Secteur des sciences du MPO pour savoir si l'application des mesures d'atténuation actuelles décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes permettrait d'éviter les impacts interdits par la LEP sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Compte tenu des lacunes dans les connaissances et des incertitudes qui subsistent concernant les impacts acoustiques, les mesures de l'exposition au bruit et les seuils correspondant aux exigences de la LEP, la mise en œuvre de mesures fiables de précaution et d'atténuation des risques est probablement l'approche la plus efficace pour minimiser les impacts négatifs potentiels sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Par conséquent, même s'il a été impossible d'établir des seuils quantitatifs pour satisfaire aux exigences de la LEP, les mesures d'atténuation de l'Énoncé des pratiques canadiennes ont été examinées avec soin afin de déterminer si les mesures actuelles décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes peuvent satisfaire aux exigences de la LEP et cibler les lacunes ou les problèmes potentiels. La population des baleines à bec communes du plateau néo-écossais, les baleines noires de l'Atlantique Nord et les rorquals bleus de l'Atlantique ont servi d'études de cas dans le cadre de cet examen. Moors-Murphy et Theriault (non publié[3]) fournissent des renseignements complémentaires et une analyse sur le contenu de cette section.

Il a été conclu que la plupart des mesures d'atténuation contenues dans l'Énoncé des pratiques canadiennes (plus précisément, les articles 3 à 6, l'alinéa 7(a), l'article 8, les alinéas 9(a) et 10(a) et les articles 11 à 14 de l'Énoncé) peuvent réduire les impacts potentiels interdits par la LEP, mais à des degrés d'efficacité divers (tableau 3). Il a été reconnu que la combinaison de l'ensemble des multiples mesures décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes est plus efficace que n'importe quelle mesure prise individuellement. L'Énoncé des pratiques canadiennes précise également que les utilisateurs de canons à air peuvent être tenus de mettre en place des mesures d'atténuation supplémentaires ou modifiées pour les espèces préoccupantes (article 13 de l'Énoncé) et, par conséquent, permet une certaine souplesse pour améliorer les mesures d'atténuation afin de satisfaire aux exigences de la LEP.

La majorité des mesures d'atténuation contenues dans l'Énoncé des pratiques canadiennes (p. ex. l'établissement et la surveillance d'une zone de sécurité, les procédures d'intensification, l'arrêt de canons à air, la réduction de canons à air à un seul bulleur durant le passage d'une ligne de levée à une autre et l'arrêt des bulleurs à des fins d'entretien) sont plus pertinentes pour réduire les risques de blessures physiques chez les mammifères marins à proximité du navire effectuant les levés sismiques et de canons à air. L'Énoncé des pratiques canadiennes est donc plus pertinent pour réduire le risque potentiel de tuer des cétacés inscrits en vertu de la LEP et, dans une certaine mesure, de leur « nuire ». La capacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes de traiter la possibilité de « nuire » ou « harceler » des individus qui sont présents à une plus grande distance de la source du son (p. ex. au-delà de la zone de sécurité), de les « harceler » ou de « détruire » leur habitat essentiel est limitée. Les mesures d'atténuation les plus pertinentes contenues dans l'Énoncé des pratiques canadiennes pour traiter ces impacts sont celles appliquées à l'étape de la planification, où l'on précise que tous les levés sismiques doivent être planifiés de manière à éviter les effets néfastes notables sur les mammifères

[3] Moors-Murphy, H. et Theriault, J.A. (non publié). *Review of mitigation measures for cetacean Species at Risk during seismic survey operations*. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Document de travail.

marins d'une espèce inscrite (article 4 de l'Énoncé) et à éviter de déplacer ou de faire dévier des mammifères marins d'une espèce inscrite (article 5 de l'Énoncé).

L'étendue de l'information sur la répartition, l'abondance et le comportement d'une espèce, ou la manière précise dont la mesure d'atténuation est appliquée, aura une incidence sur l'efficacité des mesures d'atténuation appliquées en vue de satisfaire aux exigences de la LEP. Par exemple, l'utilisation d'observateurs de mammifères marins pour surveiller la zone de sécurité (articles 6 et 7 de l'Énoncé) ne sera efficace que pour les espèces très visibles pendant les périodes de bonne visibilité. Dans le cas des baleines à bec, Barlow et Gisiner (2006) ont découvert que même dans les meilleures circonstances, c'est-à-dire en utilisant un nombre suffisant d'observateurs expérimentés, avec le meilleur équipement et pendant les périodes de bonne visibilité aux heures de clarté, la probabilité de détection visuelle des petites baleines à bec lorsqu'elles étaient présentes directement devant le navire ou à proximité de celui-ci était d'environ 20 à 50 %, au mieux. La probabilité de détection a diminué à seulement 1 à 2 % pour les observateurs non expérimentés et à mesure que l'état de la mer augmentait et que la visibilité diminuait (Barlow et Gisiner 2006). On s'attend également à de faibles taux de détection pour les baleines à bec communes, une autre espèce de baleines à bec qui plongent en profondeur. Les baleines à bec, y compris les baleines à bec communes, peuvent être détectées à l'aide de techniques acoustiques passives (p. ex. Moors 2012, Yack *et al.* 2013). L'utilisation de la surveillance acoustique passive ou d'autres technologies de détection pour surveiller la zone de sécurité dans des conditions de faible visibilité (article 11 de l'Énoncé) devrait donc permettre d'augmenter la capacité de détecter les baleines à bec dans la zone de sécurité dans de telles conditions (un exemple de la façon dont la combinaison des mesures d'atténuation décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes est plus efficace que n'importe quelle mesure prise individuellement). Le fait de compléter les observations visuelles effectuées par les observateurs de mammifères marins par une surveillance acoustique passive simultanée ou d'autres technologies de détection éprouvées – une mesure qui n'est pas expressément décrite dans l'Énoncé des pratiques canadiennes –, augmenterait probablement la capacité de détecter les baleines à bec dans la zone de sécurité, non seulement en situation de visibilité réduite, mais dans presque tous les cas (un exemple de la façon dont les mesures d'atténuation modifiées peuvent augmenter l'efficacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes).

Des procédures d'intensification progressives sont requises pendant les levés sismiques (alinéas 7(b) et 10(b) de l'Énoncé), mais l'efficacité de cette procédure comme mesure d'atténuation n'est pas entièrement comprise. Au moins une étude de modélisation sur les canons à air a été effectuée à l'aide des critères de base proposés par Southall *et al.* (2007), laquelle laisse entendre que la mise en œuvre de procédures d'intensification ne représente pas un risque beaucoup plus important de blessures physiques pour les cétacés (Hannay *et al.* 2010). Des études de modélisation sur les sonars navals effectuées par Benda-Beckmann *et al.* (2013) indiquent que des procédures d'intensification d'une durée de quelques minutes seulement avec des impulsions relativement courtes peuvent réduire le risque de blessures physiques pour les cétacés, particulièrement lorsque la réactivité de l'animal au signal sonore augmente (c.-à-d. lorsque des seuils de niveaux sonores inférieurs suscitent une réaction). Au moins une étude des réactions comportementales pour mesurer l'efficacité de l'intensification sur les cétacés est en cours (Cato *et al.* 2013). On ne connaît également pas bien l'efficacité de la réduction de canons à air à un seul bulleur durant le passage d'une ligne de levé à une autre ou l'entretien opérationnel par rapport à son arrêt complet (alinéa 9(b) de l'Énoncé). Étant donné que l'efficacité de ces mesures n'est pas claire, leur capacité à éviter les impacts interdits par la LEP est inconnue (tableau 3).

Afin d'évaluer entièrement l'efficacité des mesures d'atténuation qui ont été mises en œuvre pour réduire les impacts des activités de levés sismiques sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP, il sera nécessaire de réaliser des études de recherche conçues explicitement à cette fin et accompagnées de protocoles rigoureux de collecte de données et de l'efficacité et de la sensibilité statistique adéquates pour permettre la détection et l'analyse quantitative des impacts potentiels interdits par la LEP. Ces

études comprennent la surveillance au-delà de la zone de sécurité définie, à des distances de la source où les « dommages », le « harcèlement » et la « destruction » de l'habitat essentiel peuvent se produire, de sorte que même les impacts éloignés puissent être détectés s'ils se produisent. De telles études de suivi des effets sur l'environnement ont déjà été réalisées au cours de levés sismiques dans les eaux canadiennes (p. ex. Lee *et al.* 2005).

Mesures d'atténuation modifiées ou supplémentaires pour les cétacés inscrits en vertu de la LEP

On a demandé au Secteur des sciences du MPO de déterminer les modifications potentielles à apporter à l'actuel Énoncé des pratiques canadiennes ou d'établir les mesures d'atténuation et de surveillance supplémentaires qui pourraient servir à répondre aux exigences de la LEP. Encore une fois, bien qu'on ne puisse établir de seuils quantitatifs pour éviter les impacts interdits par la LEP, les mesures d'atténuation de l'Énoncé des pratiques canadiennes ont été examinées avec précaution afin de fournir des conseils quant aux mesures d'atténuation améliorées qui pourraient être mises en place pour réduire les effets négatifs potentiels sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Les mesures décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes ont déjà été évaluées par le MPO (2010), lequel a fourni de nombreuses recommandations, qui sont encore pertinentes, pour accroître l'efficacité de ces mesures d'atténuation. Les points suivants fournissent un résumé des recommandations plus précises quant aux modifications ou aux ajouts à apporter aux mesures actuellement décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes qui découlent des discussions tenues au cours de cette réunion. Ces suggestions sont également résumées dans le tableau 3. Les références à l'Énoncé des pratiques canadiennes contenues dans chaque point indiquent à quels articles de l'Énoncé se rapporte la mesure faisant l'objet de discussions.

Généralités

- S'il est déterminé que des mesures d'évitement spatiales et temporelles ne peuvent être utilisées, comme ce sera probablement le cas lorsque les zones d'intérêt pour l'exploitation pétrolière et gazière chevaucheront les aires de répartition des espèces qui y vivent toute l'année, l'atténuation fondée sur la source (p. ex. l'utilisation d'autres technologies plus silencieuses) constituera la mesure la plus efficace pour réduire les impacts potentiels interdits sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP, et ces mesures devront être utilisées dans la mesure du possible.
- L'Énoncé des pratiques canadiennes ne traite pas précisément des impacts potentiels sur les individus qui peuvent se produire à de plus grandes distances du navire effectuant les levés sismiques et de la source du son, ou des impacts potentiels sur l'habitat. En plus des mesures d'atténuation actuellement décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes, il faut envisager des mesures particulièrement conçues pour éviter les impacts interdits par la LEP sur les individus qui peuvent se produire à de plus grandes distances de la source du son et sur l'habitat essentiel des cétacés inscrits en vertu de la LEP.

Planification

- Article 3 de l'Énoncé : En plus de planifier les levés sismiques de façon à minimiser la quantité d'énergie dans l'eau, la propagation horizontale de l'énergie et la largeur de bande de fréquences des sons produits par les canons à air, les levés sismiques doivent aussi être planifiés de manière à réduire au minimum la zone de levé et la durée du levé, dans la mesure du possible, en accordant une attention particulière à l'évitement de l'habitat essentiel désigné des mammifères marins menacés ou en voie de disparition lorsque ces espèces sont censées se trouver dans la zone.
- Article 4 de l'Énoncé : En plus d'éviter les effets néfastes notables sur les mammifères marins menacés et en voie de disparition, on devrait préciser que les levés sismiques doivent être

planifiés de manière à éviter de « nuire » aux individus et de les « harceler », et de « détruire » l'habitat essentiel des mammifères marins menacés ou en voie de disparition.

- Article 5 de l'Énoncé : La planification des levés sismiques pour éviter le chevauchement spatial et temporel avec les cétacés inscrits en vertu de la LEP est considérée comme étant la mesure d'atténuation la plus efficace pour réduire les effets négatifs sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP. Toutefois, l'évitement du chevauchement spatial et temporel peut uniquement être utilisé avec succès lorsqu'il y a une certaine souplesse quant à l'emplacement exact et au moment où les levés sismiques peuvent être effectués ou lorsque les espèces préoccupantes ne vivent pas toute l'année dans la zone d'intérêt proposée. La quantification de l'efficacité de cette mesure exige que des renseignements adéquats sur la répartition et l'abondance soient disponibles. Lorsqu'il existe des lacunes importantes dans les connaissances (ce qui est actuellement le cas pour la plupart des espèces de cétacés présentes dans la région du plateau néo-écossais [Hurley 2013]), d'autres études portant sur l'abondance et la répartition sont nécessaires pour orienter les mesures d'évitement spatiales et temporelles en en améliorer l'efficacité. Si un levé sismique chevauche l'aire de répartition d'un cétacé inscrit en vertu de la LEP, mais qu'on ne connaît pas bien les modèles précis de répartition pertinents et propres à l'espèce dans la zone d'intérêt, alors des études préalables en temps opportun et à des échelles spatiales et temporelles appropriées doivent être effectuées avant le levé afin d'évaluer l'occurrence de l'espèce et accroître la compréhension de la probabilité de déplacer ou de faire dévier des individus (p. ex. Harwood *et al.* 2009).

Zone de sécurité et activation des bulleurs; levés en situation de visibilité réduite

- Alinéa 6(a) de l'Énoncé : Plutôt que d'être établi en se fondant seulement sur une distance fixe, le rayon de la zone de sécurité devrait être, selon le paramètre le plus prudent, de 500 mètres ou calculé à l'aide de modèles de propagation s'appuyant sur les meilleures données scientifiques disponibles pour un seuil acoustique prédéterminé (qui n'a pas encore été établi), en tenant compte, dans la mesure du possible, des espèces, de l'environnement et du contexte de la source du son. De tels modèles produisent seulement des rayons de zone de sécurité approximatifs et souvent sous-estimés, et devraient donc être validés par des mesures sur le terrain (McQuinn et Carrier 2005). L'établissement d'une zone de sécurité fondée sur un seuil au cours des activités de levés sismiques est une pratique de plus en plus courante. Le déplacement permanent du seuil auditif est utilisé par d'autres pays comme seuil de blessure physique (p. ex. NOAA 2013). Comme on l'a vu précédemment, l'établissement d'une zone de sécurité en fonction d'un seuil fondé sur le déplacement permanent du seuil auditif réduirait la probabilité des effets physiologiques entraînant la mort d'individus, mais on ne sait pas très bien si les effets physiologiques entraînant des « dommages » aux cétacés inscrits en vertu de la LEP seraient évités. Un seuil fondé sur le déplacement temporaire du seuil auditif est susceptible d'étendre la zone de sécurité de plusieurs kilomètres, ce qui la rendrait difficile à surveiller efficacement à l'aide des méthodes habituellement utilisées durant les levés sismiques. Comme il est indiqué dans l'Énoncé des pratiques canadiennes, le rayon de la zone de sécurité devrait être d'au moins 500 mètres; or, le rayon des zones de sécurité fondé sur un seuil, qu'il soit établi en fonction du déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif, dépasse souvent cette distance.
- Alinéas 6(b) et 7(a) et article 11 de l'Énoncé : La probabilité de détecter tous les individus présents dans la zone de sécurité à l'aide des observateurs de mammifères marins et de la surveillance acoustique passive sera presque toujours considérablement inférieure à 1,0 (c.-à-d. une efficacité inférieure à 100 %), en particulier dans le cas des baleines à bec pour lesquelles la probabilité de détection visuelle est extrêmement faible. Afin de garantir que la zone de sécurité est surveillée efficacement, on doit plutôt concevoir des capacités de surveillance combinées de manière à maximiser la probabilité de détecter les cétacés inscrits en vertu de la LEP pour atteindre un objectif en matière de probabilité de détection (p. ex. estimation de la capacité de

détection) dans la zone de sécurité qui soit conforme aux exigences de la LEP (lequel n'a pas encore été établi). D'autres travaux seront nécessaires afin de fournir des conseils sur la probabilité de détection pouvant être atteinte pour chaque espèce et définir clairement la « surveillance efficace » dans le contexte de la probabilité de détection visé pour satisfaire aux exigences de la LEP. Les méthodes et les technologies améliorées de surveillance en temps réel pour répondre à un objectif précis en matière de probabilité de détection peuvent comprendre (sans toutefois s'y limiter) la prolongation de la période d'observation avant l'intensification, le fait d'effectuer les activités de levés sismiques seulement lors de bonnes conditions de visibilité, l'augmentation du nombre d'observateurs de mammifères marins qualifiés et expérimentés surveillant à tout moment, l'utilisation de moyens de surveillance supplémentaires (p. ex. navires supplémentaires, relevés aériens), l'amélioration des observations visuelles à l'aide de la détection par la surveillance acoustique passive, de méthodes de localisation et de classification ou d'autres technologies de surveillance, etc. Des méthodes de détection multiples sont susceptibles d'augmenter la probabilité de détection comparativement à une seule mesure prise individuellement; par conséquent, une combinaison de méthodes et de technologies de détection peut être nécessaire pour atteindre un objectif en matière de probabilité de détection.

- Alinéas 6(b), 7(a) et 12(b) de l'Énoncé : Afin d'augmenter la probabilité de détecter les espèces qui plongent en profondeur, la période d'observation avant l'activation (ou réactivation) devrait être augmentée à au moins 60 minutes et, idéalement, devrait être déterminée en fonction de la durée maximale des cycles de plongée profonde propres à chaque espèce.
- Alinéa 7(b) de l'Énoncé : L'efficacité de l'intensification dépendra de la nature de la réactivité et du degré de réactivité de l'animal, lesquels peuvent varier selon les individus, les espèces et le contexte. Une analyse documentaire détaillée et peut-être des études sur le terrain ou des études de modélisation supplémentaires seront requises afin de déterminer l'efficacité de cette mesure pour éviter les impacts interdits par la LEP.

Arrêt des bulleurs

- Article 8 de l'Énoncé : L'arrêt immédiat du canon à air lorsqu'un mammifère marin menacé ou en voie de disparition est détecté dans la zone de sécurité devrait s'appliquer au moment de la détection par n'importe quelle méthode ou technique de surveillance utilisée. L'arrêt devrait également avoir lieu avant que l'animal n'entre dans la zone de sécurité si l'on prévoit, par n'importe quelle technique de surveillance, que l'animal s'engagera dans la zone de sécurité selon son profil de déplacement.

Intervalles entre les lignes du levé et l'arrêt des bulleurs à des fins d'entretien

- Alinéa 9(a) de l'Énoncé : Durant le passage d'une ligne de levé à une autre ou l'entretien opérationnel, le canon à air devrait être arrêté complètement si la zone de sécurité peut être efficacement surveillée (c.-à-d. que l'objectif en matière de probabilité de détection peut être atteint) avant de reprendre l'intensification; autrement, le canon à air devrait être réduit à un seul bulleur ou les activités devraient être retardées jusqu'à ce que la zone de sécurité puisse être surveillée efficacement.
- Alinéa 9(b) de l'Énoncé : Durant le passage d'une ligne de levé à une autre ou l'entretien opérationnel, le canon à air devrait uniquement être réduit à un seul bulleur si la zone de sécurité ne peut être surveillée efficacement avant la reprise de l'intensification. L'efficacité de la réduction de canons à air à un seul bulleur pendant le passage d'une ligne de levé à une autre ou l'entretien opérationnel dépendra de la nature de la réactivité et du degré de réactivité de l'animal, lesquels peuvent varier selon les espèces et le contexte. Une analyse documentaire détaillée et peut-être des études sur le terrain ou des études de modélisation supplémentaires seront requises afin de déterminer l'efficacité de cette mesure pour éviter les impacts interdits par la LEP.

- Alinéa 10(b) de l'Énoncé : L'intensification doit être effectuée au besoin, y compris lors de la reprise du levé après la réduction de canons à air à un seul bulleur.

Sources d'incertitude

Il est impossible pour le moment de déterminer des seuils uniques indépendants pour répondre aux exigences de la LEP visant à éviter de tuer des individus, de leur « nuire » ou de les « harceler » et de « détruire » leur habitat essentiel. Il a été déterminé que le déplacement permanent du seuil auditif pourrait servir à établir un seuil pour éviter les effets physiologiques entraînant la mort d'individus et que le déplacement temporaire du seuil auditif pourrait servir à établir un seuil pour éviter les effets physiologiques entraînant le « harcèlement » d'individus, mais on ne sait pas très bien si des seuils fondés sur le déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif devraient être utilisés afin d'éviter les effets physiologiques entraînant des « dommages ». Les seuils fondés sur le déplacement permanent et temporaire du seuil auditif traitent seulement en partie l'évitement des impacts interdits par la LEP sur les individus étant donné que ces mesures ne sont pas appropriées pour mesurer les effets comportementaux et écologiques qui pourraient entraîner le fait de tuer des individus, de leur « nuire » et de les « harceler ». Les importantes lacunes dans les connaissances qui subsistent quant aux effets des sons produits par les canons à air sur les mammifères marins et les définitions larges des termes « dommages », « harcèlement » et « destruction » de l'habitat essentiel selon la LEP rendent difficile la détermination de mesures appropriées et l'établissement de seuils de perturbation acoustique pour éviter les impacts interdits par la LEP.

En raison de l'existence d'importantes lacunes dans les connaissances quant aux effets des sons produits par les canons à air sur les mammifères marins en général, et plus précisément sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP, il est difficile d'évaluer complètement l'efficacité des mesures d'atténuation et de surveillance contenues dans l'Énoncé des pratiques canadiennes pour satisfaire aux exigences de la LEP. Toutefois, l'évaluation des taux d'observation et de la proportion des animaux potentiellement touchés dans la zone de sécurité par rapport à ceux à l'extérieur de la zone peut être, et l'a été dans une certaine mesure, effectuée à partir des connaissances actuelles. Afin de combler les lacunes dans les connaissances, les recherches et les mesures recommandées qui sont pertinentes à l'établissement de seuils de perturbation acoustique conformes aux exigences de la LEP et à l'évaluation de l'efficacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes pour éviter les impacts interdits par la LEP sont celles énoncées ci-dessous.

- Déterminer si un déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif serait le plus approprié afin d'établir des seuils pour les effets physiologiques qui constituent des « dommages » causés à des individus en vertu de la LEP. Le fait de procéder à un examen critique des divers seuils fondés sur le déplacement permanent et temporaire du seuil auditif qui sont utilisés partout dans le monde, y compris un examen des différences quant à la gamme des effets mesurés pour le déplacement permanent et temporaire du seuil auditif, peut s'avérer utile pour éclairer cette discussion.
- Procéder à un examen des publications de Southall *et al.* (2007), NOAA (2013) et d'autres nouvelles publications scientifiques sur le déplacement permanent ou temporaire du seuil auditif chez les mammifères marins afin de recueillir les renseignements nécessaires au choix des mesures les plus appropriées qui serviront à établir des seuils quantitatifs des effets physiologiques qui entraîne le fait de tuer un individu, de lui « nuire » et de le « harceler ».
- Étudier la façon dont la modification ou la réduction de l'espace de communication est liée aux changements dans les vocalisations, à la capacité diminuée de détection acoustique passive des proies, des prédateurs et des congénères ainsi qu'à la capacité diminuée d'évitement des menaces anthropiques, et déterminer dans quelle mesure la modification de l'espace de communication constituerait le fait de « nuire » aux individus et de les « harceler » ou de détruire l'habitat essentiel

- Continuer d'étudier les mesures possibles pour établir des seuils de perturbation acoustique concernant les effets physiologiques non auditifs, la modification des régimes de plongée et de respiration, le déplacement et la déviation des voies migratoires, la modification du comportement social, la modification de l'emploi du temps, la modification des processus cognitifs et l'utilisation ou l'occupation réduite de l'habitat essentiel.
- Accroître la capacité de détecter les mortalités (y compris les décès en mer) qui coïncident avec des activités de levés sismiques, d'y réagir et d'effectuer des autopsies sur ces animaux en temps opportun afin d'accroître la capacité à détecter et à mesurer les effets physiologiques potentiels (blessure physique directe ou mortalité) découlant des activités de levés sismiques, s'il y en a.
- Continuer à réaliser des études sur la réaction comportementale et des études de surveillance environnementale afin d'améliorer notre compréhension des réactions et des effets directs pouvant se produire dans le cadre des activités de levés sismiques. De telles études devraient être conçues de manière à ce que la fréquence et l'ampleur de la réaction (p. ex. l'effet sur les indices vitaux et les impacts au niveau de la population) par rapport au niveau de bruit et à la distance de la source du son puissent être évaluées. De plus, les liens entre les réactions ou les effets directs et les impacts à long terme sur l'utilisation de l'habitat, la santé, la reproduction, la survie et le rétablissement représentent une importante lacune dans les connaissances nécessitant d'autres études. L'importance de la conception et de la réalisation d'études à long terme concernant les impacts à l'échelle de la population et les impacts écologiques des ondes sismiques sur les cétacés est soulignée. Cette recherche aidera à élaborer la base de connaissances nécessaire à la détermination des seuils de perturbation acoustique pour répondre aux critères de la LEP concernant les « dommages », le « harcèlement » et la « destruction » de l'habitat essentiel.
- Mener des études visant à améliorer nos connaissances sur la répartition et l'abondance des cétacés inscrits en vertu de la LEP, en particulier dans les zones qui revêtent un intérêt au chapitre des activités pétrolières et gazières extracôtières. Des renseignements sur l'occurrence des espèces sont nécessaires afin d'évaluer l'ampleur des incidences potentielles des activités de levés sismiques sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP et de permettre aux mesures d'évitement spatiales et temporelles d'être appliquées efficacement. L'ampleur des études nécessaires peut varier de relevés stratégiquement planifiés à l'échelle de la région à des collectes de données au cas par cas dans des zones d'intérêt précises, selon l'état actuel des connaissances sur l'occurrence des espèces. Les données sur les observations visuelles et la détection acoustique obtenues au cours de levés sismiques et d'autres activités de l'industrie (par les observateurs de mammifères marins ou autrement) peuvent être utiles pour améliorer notre compréhension collective de la répartition saisonnière des cétacés et devraient être disponibles pour élaborer cette base de connaissances. L'élaboration d'une base de données nationale sur les observations facilement accessible pour les gestionnaires, les organismes de réglementation et l'industrie fournirait une ressource pour recueillir, stocker et partager des données sur l'occurrence des mammifères marins dans des formats courants.
- Déterminer le seuil approprié à utiliser pour l'établissement du rayon de la zone de sécurité, plutôt que d'utiliser une distance fixe de 500 mètres.
- Déterminer un objectif en matière de probabilité de détection pour chaque cétacé inscrit comme espèce préoccupante en vertu de la LEP que les exploitants de levés sismiques devraient atteindre lorsqu'ils effectuent des activités dans certaines zones. Une analyse documentaire scientifique comprenant une étude des estimations de la capacité de détection provenant de relevés de recherche et de la façon dont les différents facteurs environnementaux (p. ex. l'état de la mer, les conditions météorologiques, la visibilité), les facteurs anthropiques (p. ex. l'expérience, les protocoles utilisés) et l'équipement (p. ex. plateforme de levé, jumelles) peuvent avoir une incidence sur la détectabilité d'une espèce aiderait à éclairer cette discussion.

L'élaboration d'un cadre pour évaluer la façon dont les diverses mesures d'atténuation supplémentaires pourraient avoir une incidence sur la probabilité de détection serait utile pour les organismes de réglementation et les exploitants lors de l'élaboration des stratégies d'atténuation.

- Concevoir et mettre en œuvre des programmes de surveillance efficaces comportant des protocoles rigoureux en matière de collecte de données qui permettent la détection et l'analyse quantitative des impacts négatifs potentiels sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP à des distances de la source du son où les « dommages », le « harcèlement » ou la « destruction » de l'habitat essentiel peuvent se produire, y compris au-delà d'une zone de sécurité définie.

Bon nombre des lacunes dans les connaissances déterminées sont en accord avec les conclusions de Hurley (2013), qui fournit des recommandations de recherches nécessaires pour combler les lacunes en matière de données dans la région extracôtière de la Nouvelle-Écosse en ce qui concerne les impacts des sons produits par les canons à air sur les mammifères marins.

CONCLUSIONS ET AVIS

D'importantes lacunes dans les connaissances scientifiques sur les effets des sons produits par les canons à air sur les mammifères marins rendent difficile la détermination de seuils de perturbation acoustique appropriés pour éviter les impacts interdits par la LEP. De plus, les définitions actuelles fournies pour les termes « dommages », « harcèlement » et « destruction » de l'habitat essentiel sont assez larges, ce qui rend difficile la détermination d'un seuil de perturbation acoustique unique et indépendant qui permet d'éviter l'un ou l'autre des impacts interdits par la LEP étant donné que la mesure choisie pour n'importe quel seuil devrait être pertinente pour une vaste gamme d'effets et de réactions possibles. Par ailleurs, un certain nombre de mesures acoustiques pourraient être établies, lesquelles devraient toutes être respectées pour satisfaire aux exigences de la LEP. Compte tenu de l'incertitude entourant l'établissement de seuils de perturbation acoustique pour éviter les impacts interdits par la LEP, l'accent est mis sur la réduction des impacts potentiels sur les espèces de cétacés en péril grâce à la mise en œuvre de mesures fiables d'atténuation et de précaution. Il a été conclu que la plupart des mesures d'atténuation décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes contribuent à réduire les impacts négatifs potentiels sur les espèces en péril dans une certaine mesure, mais avec quelques mises en garde. Plusieurs ajouts et modifications à apporter aux mesures d'atténuation actuellement décrites dans l'Énoncé des pratiques canadiennes pour répondre aux exigences de la LEP ont fait l'objet de discussions et sont fournis ci-dessus.

Afin de combler les lacunes dans les connaissances, un certain nombre de domaines de recherche qui conviennent à l'établissement de seuils de perturbation acoustique conformes aux exigences de la LEP et à l'évaluation de l'efficacité de l'Énoncé des pratiques canadiennes pour éviter les impacts interdits par la LEP sont fournis ci-dessus. Il est particulièrement important de noter que les lacunes dans notre connaissance de la répartition des espèces de cétacés inscrites en vertu de la LEP dans certaines zones limitent l'efficacité des mesures d'évitement spatiales et temporelles pendant les étapes de planification des activités de levés sismiques. L'accroissement des connaissances concernant le moment et l'endroit où les espèces sont présentes, ainsi que la nature de leurs activités dans des zones précises (c.-à-d. alimentation, accouplement, mise bas) grâce à des programmes de surveillance à long terme dans des zones d'intérêt connues de l'industrie pétrolière extracôtière devrait constituer une priorité de recherche. De plus, pour combler les lacunes dans les connaissances et mieux comprendre les impacts des levés sismiques sur les cétacés inscrits en vertu de la LEP, il est nécessaire que la communauté scientifique internationale poursuive ses efforts de recherche visant à accroître notre compréhension de la réaction comportementale et physiologique des cétacés aux sons produits par les canons à air et des conséquences de ces réactions sur l'utilisation de l'habitat, la santé, la reproduction, la survie et le rétablissement des individus touchés. Enfin, pour évaluer complètement l'efficacité des mesures d'atténuation et de surveillance mises en œuvre pendant les levés sismiques afin de satisfaire aux exigences de la LEP, il sera nécessaire de concevoir des programmes de recherche efficaces comportant des protocoles rigoureux en matière de collecte de données qui

permettent la détection et l'analyse quantitative des impacts négatifs potentiels à des distances de la source du son où les « dommages », le « harcèlement » ou la « destruction » de l'habitat essentiel peuvent se produire, y compris au-delà d'une zone de sécurité définie.

Tandis que la compréhension et l'interprétation de la LEP se poursuivent, on recommande de revoir l'Énoncé des pratiques canadiennes dans le contexte de la LEP.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Lors de l'établissement des seuils de gestion, l'aspect pratique de la mise en œuvre des seuils doit être étudié avec soin. Des réactions et des effets comportementaux et écologiques pouvant constituer le fait de « nuire » à des individus, de les « harceler » et de détruire leur habitat essentiel peuvent se produire à de grandes distances de la source du son et nécessiteront des mesures d'atténuation conçues pour détecter efficacement les impacts potentiels interdits par la LEP à longue distance. À titre d'exemple, pour prévenir la capacité diminuée de détection acoustique passive des proies, des prédateurs et des congénères (p. ex. le masquage acoustique) à des niveaux qui peuvent correspondre à la définition de harcèlement aux termes de la LEP, il faudrait établir des seuils qui correspondent à de grandes zones d'atténuation (des centaines et même des milliers de kilomètres de distance). La capacité de vraiment atténuer les impacts potentiels sur des zones aussi vastes serait très limitée. L'atténuation fondée sur la source (l'utilisation d'autres technologies plus silencieuses) peut donc représenter un outil d'atténuation plus pratique.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 25 au 27 mars 2014 sur la Revue des mesures de migration et de suivi des activité de relevé séismique à la proximité de l'habitat des espèces de cétacé en péril. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Abgrall, P., Moulton, V.D., and Richardson, W.J. 2008. Évaluation actualisée des renseignements scientifiques relatifs à l'impact des bruits sismiques sur les mammifères marins, de 2004 jusqu'à présent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2008/087. vi+66 p.

Bain, D.E., and Williams, R. 2006. Long-range effects of airgun noise on marine mammals: responses as a function of received sound level and distance. Working Paper SC/58/E35 presented to the IWC Scientific Committee, IWC Annual Meeting, 1-13 June, St. Kitts and Nevis. 13 p.

Barlow, J., and Gisiner, R. 2006. Mitigating, monitoring and assessing the effects of anthropogenic sound on beaked whales. J. Cet. Res. Manage. 7: 239-249.

Bateson, M. 2007. Environmental Noise and Decision Making Possible Implications of Increases in Anthropogenic Noise for Information Processing in Marine Mammals. Inter. J. Comp. Psychol. 20: 169-178.

Benda-Beckmann, A.M.V., Wensveen, P.J., Kvadsheim, P.H., Lam, F.-P.A., Miller, P.J.O., Tyack, P.I., and Ainslie, M.A. 2013. Modelling effectiveness of gradual increases in source level to mitigate effects of sonar on marine mammals. Conserv. Biol. 28: 119-128.

Castellote, M., Clark, C.W., and Lammers, M.O. 2012. Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. Biol. Conserv. 147: 115-122.

Cato, D.H., Noad, M.J., Dunlop, R.A., McCauley, R.D., Gales, N.J., Kent, C.P.S., Kniest, H., Paton, D., Jenner, K.C.S., Noad, J., Maggi, A.L., Parnum, I.M., and Duncan, A.J. 2013. A study of the behavioural response of whales to the noise of seismic air guns: Design, methods and progress. Acoust. Aust. 41: 91-100.

Chan, A., Giraldo-Perez, P., Smith, S., and Blumstein, D.T. 2010. Anthropogenic noise affects risk assessment and attention: the distracted prey hypothesis. Biol. Lett. 6: 458-461.

Claridge, D.E. 2013. Population ecology of Blainville's beaked whales (*Mesoplodon densirostris*). Thesis (Ph.D.). University of St. Andrews, Scotland. 312 p.

Clark, C.W., and Gagnon, G.C. 2006. Considering the temporal and spatial scales of noise exposures from seismic surveys on baleen whales. Working Paper SC/58/E9. Int. Whaling Comm. 9 p.

Cour provinciale de la Colombie-Britannique. 2012. Regina v. Carl Eric Peterson. Campbell Registry File Number 35577. 4 p.

Di Iorio, L., and Clark, C.W. 2010. Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. Biol. Lett. 6: 51-54.

Dunn, R.A., and Hernandez, O. 2009. Tracking blue whales in the eastern tropical Pacific with an ocean-bottom seismometer and hydrophone array. J. Acoust. Soc. Am. 126: 1084-1094.

EC (Environnement Canada). 2009. Politiques de la *Loi sur les espèces en péril* – Cadre général de politiques. Séries de politiques et de lignes directrices. Ébauche. 44 p. (Consulté en mars 2014).

Finneran, J.J., Schlundt, C.E., Dear, R., Carder, D.A., and Ridgway, S.H. 2002. Temporary shift in masked hearing thresholds MTTS in odontocetes after exposure to single underwater impulses from a seismic watergun. J. Acoust. Soc. Am. 111: 2929-2940.

Gailey, G., Würsig, B., and McDonald, T.L. 2007. Abundance, behavior, and movement patterns of western gray whales in relation to a 3-D seismic survey, Northeast Sakhalin Island, Russia. Environ. Monit. Assess. 134: 75-91.

Greene Jr., C.R., Altman, N.S., and Richardson, W.J. 1999a. Bowhead whale calls. pp. 6-1 – 6-23. *In* Marine mammal and acoustical monitoring of Western Geophysical's open-water seismic program in the Alaskan Beaufort Sea, 1998. Edited by W.J. Richardson. LGL Report TA2230-3. Prepared by LGL Ltd., King City, Ont., and Greeneridge Sciences Inc., Santa Barbara, CA, for Western Geophysical, Houston, TX, and NMFS, Anchorage, AK, and Silver Spring, MD. 390 p.

Greene Jr., C.R., Altman, N.S., and Richardson, W.J. 1999b. The influence of seismic survey sounds on bowhead whale calling rates. J. Acoust. Soc. Am. 106: 2280. (Résumé).

Hannay, D., Racca, R., and MacGillivray, A. 2010. Model based assessment of underwater noise from an airgun array soft-start operation. International Association of Oil and Gas Producers Report No. 451. 98 p. (Consulté en juillet 2014).

Harris, R.E., Elliot, T., and Davis, R.A. 2007. Results of mitigation and monitoring program, Beaufort Span 2-D marine seismic program, open-water season 2006. LGL Report TA4319-1. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont., for GX Technology Corp., Houston, TX. 48 p.

Harwood, L., Joynt, A., Kennedy, D., Pitt, R., and Moore, S. 2009. Spatial restrictions and temporal planning as measures to mitigate potential effects of seismic noise on cetaceans: a working example from the Canadian Beaufort Sea, 2007-2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/040. iv + 14 p.

Holst, M., Beland, J., Mactavish, B., Nicolas, J., Hurley, B., Dawe, B., Caltavuturo, G., Fossati, C., and Pavan, G. 2011. Visual-acoustic survey of cetaceans during a seismic study near Taiwan, April-July 2009. p. 134. *In* Abstr. 19th Bienn. Conf. Biol. Mar. Mamm., Tampa, FL, 27 Nov.-2 Dec. 2011. 344 p.

Holst, M., Richardson, W.J., Koski, W.R., Smultea, M.A., Haley, B., Fitzgerald, M.W., and Rawson, M. 2006. Effects of large- and small-source seismic surveys on marine mammals and sea turtles. Eos Transactions of the American Geophysical Union 87(36), Joint Assembly Supplement, Abstract OS42A-01. 23-26 May, Baltimore, MD.

Holst, M., Smultea, M.A., Koski, W.R., and Haley, B. 2005a. Marine mammal and sea turtle monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's marine seismic program off the Northern Yucatán Peninsula in the Southern Gulf of Mexico, January-February 2005. LGL Report TA2822-31. Prepared by LGL Ltd. environmental research associates, King City, Ont., for Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, NY, and NMFS, Silver Spring, MD. June. 96 p.

Holst, M., Smultea, M.A., Koski, W.R., and Haley, B. 2005b. Marine mammal and sea turtle monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's marine seismic program in the Eastern Tropical Pacific Ocean off Central America, November-December 2004. LGL Report TA2822-30. Prepared by LGL Ltd. environmental research associates, King City, Ont., for Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, NY, and NMFS, Silver Spring, MD. April. 125 p.

Hurley, G.V. 2013. Research gap analysis for sound and the marine environment pertaining to offshore energy activities. Prepared by Hurley Environmental Ltd., Dartmouth, Nova Scotia for the Offshore Energy Research Association, Halifax, Nova Scotia. 7 p.

Jochens, A., Biggs, D., Engelhaupt, D., Gordon, J., Jaquet, N., Johnson, M., Leben, R., Mate, B., Miller, P., Ortega-Ortiz, J., Thode, A., Tyack, P., Wormuth, J., and Würsig, B. 2006. Sperm whale seismic study in the Gulf of Mexico; Summary Report, 2002-2004. OCS Study MMS 2006-034. MMS, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. 345 p.

Lee, K., Bain, H., and Hurley, G.V. 2005. Acoustic monitoring and marine mammal surveys in the Gully and outer Scotian Shelf before and during active seismic programs. Environmental Studies Research Funds Report No. 151. xx + 154 p. (Consulté en juillet 2014).

LEP (*Loi sur les espèces en péril*). 2002. Projet de loi C-5. *Loi concernant la protection des espèces sauvages en péril au Canada*. 96 p. (Consulté en mars 2014).

McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.-N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., and McCabe, K. 2000. Marine seismic surveys: Analysis of airgun signals; and effects of air gun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. Report from Centre for Marine Science and Technology, Curtin University, Perth, Western Australia, for Australian Petroleum Production Association, Sydney, NSW. 188 p.

McDonald, M.A., Hildebrand, J.A., and Webb, S.C. 1995. Blue and fin whales observed on a seafloor array in the Northeast Pacific. J. Acoust. Soc. Am. 98(2 Pt 1): 712-721.

McQuinn, I.H., and Carrier, D. 2005. Far-field measurements of seismic airgun array pulses in the Nova Scotia Gully Marine Protected Area. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2615: v + 20 p.

Miller, G.W., Elliott, R.E., Koski, W.R., Moulton, V.D., and Richardson, W.J. 1999. Whales. pp. 5-1 – 5-109. *In* Marine mammal and acoustical monitoring of Western Geophysical's open-water seismic program in the Alaskan Beaufort Sea, 1998. Edited by W.J. Richardson. LGL Report TA2230-3. Prepared by LGL Ltd., King City, Ont., and Greeneridge Sciences Inc., Santa Barbara, CA, for Western Geophysical, Houston, TX, and NMFS, Anchorage, AK, and Silver Spring, MD. 390 p.

Miller, P.J., Tyack, P.L., Johnson, M.P., Madsen, P.T., and King, R. 2006. Techniques to assess and mitigate the environmental risk posed by use of airguns: recent advances from academic research programs. Eos Transactions of the American Geophysical Union 87(36), Joint Assembly Supplement, Abstract S42A-03. 23-26 May 2006, Baltimore, MD.

Moore, S.E., and Angliss, R.P. 2006. Overview of planned seismic surveys offshore northern Alaska, July-October 2006. Paper SC/58/E6 presented to IWC Scientific Committee, IWC Annual Meeting, 1-13 June, St. Kitts and Nevis.

Moors, H.B. 2012. Acoustic Monitoring of Scotian Shelf Northern Bottlenose Whales (*Hyperoodon ampullatus*). Thesis (Ph.D.). Dalhousie University. xx + 213 p. (Consulté en mars 2014).

Moulton, V.D., and Miller, G.W. 2005. Marine mammal monitoring of a seismic survey on the Scotian Slope, 2003. pp. 29-40. *In* Acoustic monitoring and marine mammal surveys in the Gully and Outer Scotian Shelf before and during active seismic programs. Edited by K. Lee, H. Bain and G.V. Hurley. Env. Stud. Res. Funds Rep. No. 151. 154 + xx p.

MPO. 2004. Évaluation des renseignements scientifiques sur les impacts des bruits sismiques sur les poissons, les invertébrés, les tortues et les mammifères marins. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapp. sur l'état des habitats 2004/002. 17 p.

MPO. 2008. Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin. 5 p. (Consulté en mars 2014).

MPO. 2009. Lignes directrices sur la terminologie et les concepts utilisés dans le programme sur les espèces en péril. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/065. 10 p.

MPO. 2010. Directives relatives à l'efficacité des mesures d'atténuation des effets potentiels des ondes sismiques sur les mammifères marins. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/043. 14 p.

MPO. 2014. Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des répercussions écologiques pour les espèces en péril. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/013.

Nieukirk, S.L., Mellinger, D.K., Moore, S.E., Klinck, K., Dziak, R.P., and Goslin, J. 2012. Sounds from airguns and fin whales recorded in the mid-Atlantic Ocean, 1999-2009. J. Acoust. Soc. Am. 131:1 102-1112.

Nieukirk, S.L., Stafford, K.M., Mellinger, D.K., Dziak, R.P., and Fox, C.G. 2004. Low-frequency whale and seismic airgun sounds recorded in the mid-Atlantic Ocean. J. Acoust. Soc. Am. 115: 1832-1843.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2000. Interim Sound Threshold Guidance. (Consulté en mars 2014).

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2013. Draft guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammals: acoustic threshold levels for onset of permanent and temporary threshold shifts. 76 p. (Consulté en mars 2014).

Purser, J., and Radford, A.N. 2011. Acoustic Noise Induces Attention Shifts and Reduces Foraging Performance in Three-Spined Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). PLOS ONE 6.

Richardson, W.J., Würsig, B., and Greene, C.R. 1986. Reactions of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, to seismic exploration in the Canadian Beaufort Sea. J. Acoust. Soc. Am. 79: 1117-1128.

Rolland, R.M., Parks, S.E., Hunt, K.E., Castellote, M., Corkeron, P.J., Nowacek, D.P., Wasser, S.K., and Kraus, S.D. 2012. Evidence that ship noise increases stress in right whales. Proceedings of the Royal Society B. 279: 2363-2368.

Smultea, M.A., Holst, M., Koski, W.R., and Stoltz, S. 2004. Marine mammal monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's seismic program in the Southeast Caribbean Sea and adjacent Atlantic Ocean, April-June 2004. LGL Report TA2822-26. Prepared by LGL Ltd. environmental research associates, King City, Ont., for L-DEO, Columbia University, Palisades, NY. 106 p.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene Jr., C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., and Tyack, P.L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. Aquat. Mamm. 33: 411-522.

Stone, C.J., and Tasker, M.L. 2006. The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. J. Cet. Res. Manage. 8: 255-263.

Tyack, P.L., Zimmer, W.M.X., Moretti, D., Southall, B.L., Claridge, D.E., Durban, J.W., Clark, C.W., D'Amico, A., DiMarzio, N., Jarvis, S., McCarthy, E., Morrissey, R., Jessica, W., and Boyd, I.L. 2011. Beaked Whales Respond to Simulated and Actual Navy Sonar, PLOS ONE 6: e17009. doi: 10.1371/journal.pone.0017009.

Weir, C.R. 2008. Short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) respond to an airgun ramp-up procedure off Gabon. Aquat. Mamm. 34: 349-354.

Wright, A.J., Aguilar Soto, N., Baldwin, A.L., Bateson, M., Beale, C.M., Clark, C., Deak, T., Edwards, E.F., Fernández, A., Godinho, A., Hatch, L.T., Kakuschke, A., Lusseau, D., Martineau, D., Romero, L.M., Weilgart, L.S., Wintle, B.A., Notarbartolo-di-Sciara, G., and Martin, V. 2007a. Do marine mammals experience stress related to anthropogenic noise? Inter. J. Comp. Psychol. 20: 274-316.

Wright, A.J., Aguilar Soto, N., Baldwin, A.L., Bateson, M., Beale, C.M., Clark, C., Deak, T., Edwards, E.F., Fernández, A., Godinho, A., Hatch, L.T., Kakuschke, A., Lusseau, D., Martineau, D., Romero, L.M., Weilgart, L.S., Wintle, B.A., Notarbartolo-di-Sciara, G., and Martin, V. 2007b. Anthropogenic noise as a stressor in animals: A multidisciplinary perspective. Inter. J. Comp. Psychol. 20: 250-273.

Wright, A.J., and Kuczaj, S. 2007. Noise-related stress and marine mammals: an introduction. Inter. J. Comp. Psychol. 20: iii-viii.

Yack, T.M., Barlow, J., Calambokidis, J., Southall, B., and Coates, S. 2013. Identification of previously unknown beaked whale habitat in the Southern California Bight using a towed hydrophone array. J. Acoust. Soc. Am. 134: 2589-2595.

ANNEXE : TABLEAUX

Tableau 1. Liste des effets et réactions possibles (adapté du MPO 2004) ainsi que des incidences et conséquences potentielles des sons produits par les canons à air sur la physiologie, le comportement et l'écologie des mammifères marins, et la catégorie d'impacts interdits par la LEP à laquelle ils s'appliquent selon les plus récentes définitions. Des exemples d'études qui indiquent concrètement que les sons produits par les canons à air causent un effet ou une réaction en particulier sont fournis. Sous les catégories d'impacts interdits par la LEP, les cercles noirs indiquent un lien direct entre les effets potentiels et les impacts interdits par la LEP, tandis que les cercles gris indiquent un lien indirect entre les effets potentiels et les impacts interdits par la LEP.

Effets et réactions possibles	Incidences et conséquences potentielles directes	Incidences et conséquences potentielles indirectes	Tuer	Nuire[4]	Harceler[5]	Détruire[6]
		Physiologie				
Effets physiologiques non auditifs	Embolie, dommages aux organes et aux tissus, effets neurologiques, augmentation des hormones de stress	Échouement, échouement imminent et décès en mer, diminution de la socialisation et de la quête de nourriture, malnutrition, diminution de la reproduction et de la survie	○	●	○	
Effets physiologiques auditifs (*p. ex.* le déplacement permanent et temporaire du seuil auditif) (Finneran *et al.* 2002)	Perte de l'audition	Diminution de la socialisation et de la quête de nourriture, malnutrition, inanition, exposition accrue aux menaces, diminution de la reproduction et de la survie	○	●	○	

[4] Selon la définition suivante de nuire : « résultat préjudiciable d'une activité au cours de laquelle un ou plusieurs événements réduisent la valeur adaptative (survie, reproduction, mouvement) des individus » (MPO 2013).

[5] Selon la définition suivante de harceler : « tout acte ou série d'actes qui a tendance à perturber, à effrayer ou à importuner un individu ou une population, qui, en raison de sa fréquence et de son ampleur, risque de réduire la probabilité de rétablissement ou de survie de l'espèce en changeant son comportement et, par conséquent, en ayant une incidence sur une fonction de son cycle biologique » (rapport non publié).

[6] Selon la définition suivante de destruction de l'habitat essentiel : « dégradation, permanente ou temporaire, d'une partie de l'habitat essentiel qui empêche l'habitat d'assumer ses fonctions pour répondre aux besoins de l'espèce » (EC 2009).

Effets et réactions possibles	Incidences et conséquences potentielles directes	Incidences et conséquences potentielles indirectes	Tuer	Nuire[4]	Harceler[5]	Détruire[6]
		Comportement				
Modification des régimes de plongée et de respiration (Jochens *et al.* 2006; Gailey *et al.* 2007)	Échouement et échouement imminent, embolie, dommages aux tissus, augmentation de la demande énergétique, diminution de la socialisation et de la quête de nourriture	Échouement, échouement imminent et décès en mer, malnutrition, exposition accrue aux menaces, diminution de la reproduction et de la survie	○	●	●	
Déplacement et déviation des voies migratoires (Richardson *et al.* 1986; Miller *et al.* 1999; Bain et Williams 2006; Moore et Angliss 2006)	Augmentation de la demande énergétique, diminution de la socialisation et de la quête de nourriture	Malnutrition, exposition accrue aux menaces, diminution de la reproduction et de la survie	○	●	●	●
Modification du comportement social (*p. ex.* réduction de la capacité de prendre soin des petits et de former des liens parentaux, réduction de la capacité de reproduction, etc.)	Diminution de la socialisation et de la quête de nourriture	Mortalité des baleineaux, diminution de la reproduction et de la survie	○	○	●	●
Changements dans les vocalisations (*p. ex.* réduction de la capacité de communication et d'écholocalisation) (Clark et Gagnon 2006; Di Lorio et Clark 2006; Castellote *et al.* 2012)	Diminution de la socialisation et de la quête de nourriture	Malnutrition, diminution de la reproduction et de la survie	○	○	●	●
Modification de l'emploi du temps (*p. ex.* proportion du temps consacré à l'exécution de diverses activités, telles que le repos, la quête de nourriture, la socialisation)	Augmentation de la demande énergétique, diminution de la socialisation, de la quête de nourriture et du repos	Malnutrition, exposition accrue aux menaces, diminution de la reproduction et de la survie	○	●	●	●
Modification des processus cognitifs (*p. ex.* distraction)	Diminution de la socialisation et de la quête de nourriture	Malnutrition, exposition accrue aux menaces, diminution de la reproduction et de la survie	○	○	●	

Effets et réactions possibles	Incidences et conséquences potentielles directes	Incidences et conséquences potentielles indirectes	Tuer	Nuire[4]	Harceler[5]	Détruire[6]
		Écologie				
Capacité diminuée de détection acoustique passive des proies, des prédateurs et des congénères	Blessures et mortalités liées aux prédateurs, diminution de la socialisation et de la quête de nourriture	Malnutrition, exposition accrue aux menaces, diminution de la reproduction et de la survie	●	●	●	●
Capacité réduite d'éviter des menaces anthropiques (p. ex. collisions avec des navires, prises accessoires, etc.)	Blessures et mortalités d'origine anthropique	Exposition accrue aux menaces, diminution de la reproduction et de la survie	●	●	●	
Capacité réduite d'utiliser ou d'occuper l'habitat essentiel	Diminution de la socialisation et de la quête de nourriture	Diminution de la reproduction et de la survie				●

Tableau 2. Résumé des renseignements disponibles et des lacunes dans les connaissances qui doivent être comblées en ce qui concerne la détermination des mesures appropriées de l'exposition au bruit qui pourraient être utilisées pour établir des seuils pour chaque effet ou réaction possible découlant des sons produits par les canons à air sur les cétacés.

Effets et réactions possibles	Mesures possibles de l'exposition au bruit	Renseignements disponibles	Lacunes dans les connaissances
		Effets physiologiques	
Effets physiologiques non auditifs	Aucune déterminée	Peuvent être liés à la modification des régimes de plongée et de respiration. Actuellement, il n'existe aucune preuve d'embolie ou d'hémorragie liée aux sons produits par les canons à air (MPO 2010). L'augmentation des niveaux d'hormones de stress chez les cétacés a été liée à l'augmentation du trafic maritime et des niveaux de bruit sous-marins (Rolland *et al.* 2012).	La probabilité de détecter des blessures physiques ou des décès en mer causés par les sons produits par les canons à air durant les activités extracôtières est faible en raison de la distance de la côte, des carcasses qui coulent et de la capacité limitée de réagir à de tels incidents et d'effectuer des autopsies en temps opportun. À l'heure actuelle, il n'existe aucune mesure des niveaux d'hormones de stress chez les cétacés pendant les levés sismiques. Les impacts à long terme de l'augmentation des niveaux d'hormones de stress sont inconnus, mais sont susceptibles de comprendre une diminution de l'immunité et de la fertilité étant donné que la réaction au stress perdure d'une espèce à l'autre (Wright *et al.* 2007a,b).
Effets physiologiques auditifs (*p. ex.* le déplacement permanent et temporaire du seuil auditif)	Mesures liées au déplacement permanent et temporaire du seuil auditif (p. ex. niveau de pression acoustique, niveau d'exposition au bruit, niveau cumulatif d'exposition au bruit, amplitude de crête)	Certains renseignements sur le déplacement temporaire du seuil auditif sont disponibles, mais il en existe moins en ce qui concerne le déplacement permanent du seuil auditif (p. ex. Southall *et al.* 2007). Diverses mesures ont été utilisées pour l'établissement des seuils quantitatifs fondés sur le déplacement permanent et temporaire du seuil auditif (NOAA 2000; Southall *et al.* 2007; NOAA 2013).	Le déplacement permanent du seuil auditif n'est généralement pas mesuré de façon empirique, mais dérivé de la mesure du déplacement temporaire du seuil auditif. Les seuils de déplacement permanent et temporaire du seuil auditif sont fondés sur un petit ensemble de mesures provenant d'un nombre limité d'espèces.

Effets et réactions possibles	Mesures possibles de l'exposition au bruit	Renseignements disponibles	Lacunes dans les connaissances
		Effets comportementaux	
Modification des régimes de plongée et de respiration	Aucune déterminée	Certaines études indiquent des changements dans le comportement de plongée (p. ex. cadence de la nageoire caudale) et dans la fréquence respiratoire pendant les levés sismiques (Abgrall *et al.* 2008).	Il existe des incertitudes quant aux réactions les plus appropriées à mesurer (p. ex. cadence de la nageoire caudale, vitesses de montée et de descente, durée de la plongée, profondeur de la plongée) et à la façon dont ces réactions se rapportent aux diverses mesures de l'exposition au bruit. Les réactions sont variables et propres aux espèces et au contexte, et les seuils sont susceptibles de dépendre de l'espèce. Des études de cas propres à l'espèce qui examinent la fréquence et l'ampleur de la réaction sont requises. Les impacts à long terme de l'augmentation de la demande énergétique sont inconnus, mais peuvent être estimés et calculés.
Déplacement et déviation des voies migratoires	Aucune déterminée	Certaines espèces de mysticètes sont connues pour s'éloigner des activités sismiques (Miller *et al.* 1999; Moore et Angliss 2006), ce qui occasionne probablement une demande énergétique (Claridge 2013). Cependant, chez les espèces de mysticètes et d'odontocètes, la réaction varie (Jochens *et al.* 2006; Miller *et al.* 2006; Smultea *et al.* 2004; Moulton et Miller 2005; Bain et Williams 2006; Harris *et al.* 2007; Holst *et al.* 2006; Stone et Tasker 2006; Weir 2008).	Il existe des incertitudes quant aux réactions les plus appropriées à mesurer (p. ex. changements de direction de nage, vitesse) et à la façon dont ces réactions se rapportent aux diverses mesures de l'exposition au bruit. Les réactions sont variables et propres aux espèces et au contexte, et les seuils sont susceptibles de dépendre de l'espèce. Des études de cas propres à l'espèce qui examinent la fréquence et l'ampleur de la réaction (p. ex. l'effet sur les indices vitaux et les impacts au niveau de la population) sont requises. Les impacts à long terme de l'augmentation de la demande énergétique sont inconnus, mais peuvent être estimés et calculés.

Effets et réactions possibles	Mesures possibles de l'exposition au bruit	Renseignements disponibles	Lacunes dans les connaissances
Modification du comportement social (*p. ex.* réduction de la capacité de prendre soin des petits et de former des liens parentaux, réduction de la capacité de reproduction, etc.)	Aucune déterminée	Peut être liée au déplacement, aux changements dans les vocalisations et à la capacité réduite de détection acoustique passive des congénères. On a remarqué que les mères qui sont avec leurs petits sont plus sensibles (réagissent à des niveaux inférieurs de bruit) aux sons produits par les canons à air (McCauley *et al.* 2000).	La relation entre le déplacement et la réduction de la capacité de prendre soin des petits est inconnue. Il existe des incertitudes quant aux réactions les plus appropriées à mesurer et à la façon dont ces réactions se rapportent aux diverses mesures de l'exposition au bruit. Les réactions sont susceptibles de varier et d'être propres aux espèces et au contexte, et les seuils sont susceptibles de dépendre de l'espèce. Des études de cas propres à l'espèce qui examinent la fréquence et l'ampleur de la réaction sont requises. Les impacts à long terme sont généralement inconnus.

Effets et réactions possibles	Mesures possibles de l'exposition au bruit	Renseignements disponibles	Lacunes dans les connaissances
Changements dans les vocalisations (*p. ex.* réduction de la capacité de communication et d'écholocalisation)	Mesures liées à la modification et à la réduction de l'espace de communication	Peuvent être liés à la capacité réduite de détection acoustique passive des congénères et des proies. Les changements dans les vocalisations (p. ex. augmentation ou diminution des taux de vocalisation, changements dans la fréquence des appels, niveaux d'émission) liés aux sons produits par les canons à air ont été documentés pour certaines espèces (Clark et Gagnon 2006; Di Iorio et Clark 2010; Richardson *et al.* 1986; McDonald *et al.* 1995; Green *et al.* 1999a, 1999b; Nieukirk *et al.* 2004, 2012; Smultea *et al.* 2004; Holst *et al.* 2005a, 2005b, 2006, 2011; Dunn et Hernandez 2009; Cerchio *et al.*, non publié[7]). Il existe des preuves de la réduction de l'espace de communication et du masquage acoustique suivant la production d'ondes sismiques, ce qui est particulièrement important pour les cétacés qui émettent des vocalisations de basse fréquence (Clark et Gagnon 2006; Di Iorio et Clark 2006). Ce point a été signalé comme étant un domaine important à étudier en raison des impacts très larges.	Il existe des incertitudes concernant la manière dont ces réactions se rapportent aux diverses mesures de l'exposition au bruit. Les réactions sont variables et propres aux espèces et au contexte, et les seuils sont susceptibles de dépendre de l'espèce. Des études de cas propres à l'espèce qui examinent la fréquence et l'ampleur de la réaction sont requises. Les impacts à long terme des changements dans les vocalisations et l'espace de communication sont généralement inconnus.

[7] Cerchio S., T. Collins, S. Strindberg, C. Bennett et H. Rosenbaum. 2010 (non publié). *Humpback whale singing activity off northern Angola: an indication of the migratory cycle, breeding habitat and impact of seismic surveys on singer number in Breeding Stock B1*. Rapport non publié soumis à la Commission baleinière internationale, Cambridge, RU.

Effets et réactions possibles	Mesures possibles de l'exposition au bruit	Renseignements disponibles	Lacunes dans les connaissances
Modification de l'emploi du temps (*p. ex.* proportion du temps consacré à l'exécution de diverses activités, telles que le repos, la quête de nourriture, la socialisation)	Aucune déterminée		On ne sait pas si cet effet se produit.
Modification des processus cognitifs (*p. ex.* distraction)	Aucune déterminée	Il a été démontré que la modification des processus cognitifs en raison du bruit anthropique se produisait chez certains animaux sauvages. Elle entraîne une réduction de la capacité de chercher de la nourriture efficacement (Purser et Radford 2011) et un risque accru de prédation (Chan *et al.* 2010), mais elle a été prise en compte lors de la prise de décisions générales concernant les mammifères marins (Bateson 2011).	On ne sait pas si cet effet se produit chez les mammifères marins.
		Effets sur l'écosystème	
Capacité diminuée de détection acoustique passive des proies, des prédateurs et des congénères	Mesures liées à la modification et à la réduction de l'espace de communication	Peut être liée aux effets physiologiques auditifs. Étant donné que les prédateurs et les proies émettent des sons, il existe certaines preuves que la détection acoustique passive des prédateurs et des proies peut être importante pour certaines espèces; p. ex. on a observé que des espèces de baleines à bec réagissaient à des enregistrements d'épaulards en quittant les environs (Tyack *et al.* 2011).	On ne sait pas si les mysticètes utilisent la détection acoustique passive pour détecter des proies. Il existe des incertitudes concernant la manière dont ces réactions se rapportent aux diverses mesures de l'exposition au bruit. Les impacts à long terme de la modification de l'espace de communication sont généralement inconnus.

Effets et réactions possibles	Mesures possibles de l'exposition au bruit	Renseignements disponibles	Lacunes dans les connaissances
Capacité réduite d'éviter des menaces anthropiques (p. ex. collisions avec des navires, prises accessoires, etc.)	Mesures liées à la modification et à la réduction de l'espace de communication	Peut être liée aux effets physiologiques auditifs et à la capacité réduite de détection acoustique passive. Il existe certaines preuves que la vulnérabilité aux collisions avec des navires et aux enchevêtrements est accrue chez les espèces ayant une déficience auditive (MPO 2004, Abgrall *et al.* 2008).	Les liens entre l'exposition aux sons produits par les canons à air et l'exposition accrue aux menaces sont incertains.
Capacité réduite d'utiliser ou d'occuper l'habitat essentiel	Aucune déterminée	Peut être liée à la capacité réduite de détection acoustique passive.	On ne sait pas si cet effet se produit.

Tableau 3. Examen des mesures d'atténuation et de surveillance de l'Énoncé des pratiques canadiennes ainsi que de leur efficacité et capacité probables pour éviter les impacts interdits par la LEP lorsqu'elles sont mises en œuvre correctement (« éviter » = mesure susceptible d'aider à éviter les impacts interdits, « réduire » = mesure susceptible de réduire la probabilité, mais sans éviter complètement les impacts interdits, « inconnue » = l'efficacité n'est pas connue) et les modifications recommandées ou les mesures d'atténuation supplémentaires à prendre en compte.

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
	Planification	
3. Un levé sismique doit être planifié de façon : a) à utiliser le moins d'énergie possible nécessaire pour atteindre les objectifs du levé; b) à minimiser la proportion de l'énergie qui se propage à l'horizontale; c) à réduire au minimum la quantité d'énergie de fréquence supérieure aux fréquences nécessaires au but du levé.	Réduire et éviter	Les levés sismiques doivent également être planifiés de manière à réduire au minimum la zone et la durée du levé, dans la mesure du possible, en accordant une attention particulière à l'évitement de l'habitat essentiel désigné des espèces de cétacés menacées et en voie de disparition lorsqu'on s'attend à ce que ces espèces soient présentes dans la zone.
4. Tous les levés sismiques doivent être planifiés de façon à éviter de provoquer : a) un effet néfaste notable à une tortue de mer ou un mammifère marin d'une espèce inscrite comme menacée ou en voie de disparition à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*; b) un effet néfaste notable sur la population de toute autre espèce marine.	Éviter	Les levés sismiques doivent également être planifiés de manière à éviter de nuire à des individus et de les harceler, et de détruire l'habitat essentiel des mammifères marins menacés ou en voie de disparition.

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
5. Un levé sismique doit être conçu de façon à éviter de : a) déplacer un individu d'une espèce de mammifères marins ou de tortues marines inscrite comme menacée ou en voie de disparition à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* qui se reproduit, s'alimente ou nourrit ses petits; b) faire dévier, d'une route ou d'un corridor de migration connu, un individu en migration d'une espèce de mammifères marins ou de tortues marines inscrite comme espèce menacée ou en voie de disparition à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*; c) disperser une agrégation de poissons reproducteurs à partir d'une frayère connue; d) déplacer un troupeau de mammifères marins qui s'alimentent, se reproduisent ou allaitent leurs petits s'il est de connaissance notoire qu'il n'existe pas un autre endroit où ces animaux peuvent mener ces activités ou, le cas échéant, qu'en utilisant un autre endroit, ils subiront des effets néfastes notables; e) faire dévier des agrégations de poissons ou des troupeaux de mammifères marins de leur route ou corridor de migration connu s'il est de connaissance notoire qu'il n'existe pas une autre route ou corridor de migration ou, le cas échéant, qu'en utilisant ces trajets, les mammifères marins ou les agrégations de poissons subiront des effets néfastes notables.	Éviter	Si une zone de levé sismique chevauche l'aire de répartition d'une espèce inscrite en vertu de la LEP, mais que les modèles de répartition à une échelle plus fine dans la zone d'intérêt ne sont pas bien connus, alors des études préalables en temps opportun et à des échelles spatiales et temporelles appropriées doivent être effectuées avant le levé afin d'évaluer l'occurrence de l'espèce et accroître la compréhension de la probabilité de déplacer ou de faire dévier des individus.

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
Zone de sécurité et activation des bulleurs		
6. Pour un levé sismique, il faut : a) établir une zone de sécurité, laquelle est un cercle d'un rayon d'au moins 500 mètres tel que mesuré du centre de la ou des grappe(s) de bulleurs; et b) lorsque la zone de sécurité est visible, s'assurer qu'un observateur des mammifères marins qualifié surveille la zone continuellement durant au moins 30 minutes avant l'activation de la ou des grappe(s) de bulleurs; et/ou faire effectuer par après une surveillance de la zone à intervalles réguliers si le levé sismique est d'une puissance telle qu'il doit être évalué en vertu de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, indépendamment de ce que la Loi s'applique.	Réduire	a) Le rayon de la zone de sécurité devrait être, selon le paramètre le plus prudent, de 500 mètres ou un rayon calculé à l'aide de modèles de propagation s'appuyant sur les meilleures données scientifiques disponibles pour un seuil acoustique prédéterminé (qui n'a pas encore été établi), en tenant compte, dans la mesure du possible, des espèces, de l'environnement et du contexte de la source du son, et devrait être validé par des mesures sur le terrain b) Les capacités de surveillance combinées doivent être conçues de manière à maximiser la probabilité de détecter les espèces inscrites en vertu de la LEP pour atteindre un objectif en matière de probabilité de détection dans la zone de sécurité conforme aux exigences de la LEP (lequel n'a pas encore été établi). Une combinaison de méthodes et de technologies de détection (qui ne se limite pas aux observateurs de mammifères marins et à la surveillance acoustique passive) peut être nécessaire pour atteindre l'objectif en matière de probabilité de détection. Lorsque des activités sont effectuées dans des zones qui chevauchent la répartition des cétacés qui plongent en profondeur inscrits sur la liste de la LEP, la période d'observation avant l'activation (ou réactivation) devrait être prolongée à un minimum de 60 minutes pour augmenter la probabilité de détecter les espèces qui plongent en profondeur et, idéalement, devrait être déterminée en fonction de la durée maximale d'au moins un cycle de plongée profonde.

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
7. Si toute la zone de sécurité est visible, les conditions et processus suivants s'appliquent avant de commencer la ou les grappes de bulleurs ou de les réactiver après leur arrêt pendant plus de 30 minutes : a) aucune des espèces suivantes n'a été observée par un observateur des mammifères marins dans la zone de sécurité pendant au moins 30 minutes : (i) un cétacé ou une tortue marine, (ii) un mammifère marin inscrit comme menacé ou en voie de disparition à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*, (iii) en regard des modalités énoncées à l'alinéa 4b), tout autre mammifère marin qui, d'après une évaluation environnementale, pourrait subir des effets néfastes notables; b) intensification progressive de la ou des grappe(s) de bulleurs pendant au moins 20 minutes, en commençant par l'activation d'un seul bulleur, préférablement celui qui émet le moins d'énergie, puis en activant graduellement les autres bulleurs jusqu'à ce que le niveau d'énergie opérationnel soit atteint.	a) Réduire b) Inconnue	a) Voir l'alinéa 6b) ci-dessus. b) L'efficacité est susceptible de dépendre de la nature de la réactivité et du degré de réactivité de l'animal, lesquels peuvent varier selon les espèces et le contexte. Un examen des ouvrages disponibles et des études supplémentaires sont nécessaires pour bien comprendre l'efficacité.
Arrêt des bulleurs		
8. La ou les grappe(s) de bulleurs doivent être immédiatement stoppées si un observateur des mammifères marins repère dans la zone de sécurité : a) un individu d'une espèce de mammifères marins ou de tortues marines inscrite comme menacée ou en voie de disparition à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*; ou b) en regard des modalités énoncées à l'alinéa 4b), un individu de toute autre espèce de mammifères marins ou de tortues marines identifiée dans une évaluation environnementale comme étant à risque d'effets néfastes notables.	Réduire	L'arrêt immédiat du canon à air devrait s'appliquer au moment de la détection dans la zone de sécurité par n'importe quelle méthode ou technique de surveillance utilisée, et devrait également avoir lieu avant que l'animal n'entre dans la zone de sécurité si l'on prévoit, par n'importe quelle technique de surveillance, que l'animal s'engagera dans la zone de sécurité en fonction de ses profils de déplacement.

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
Intervalles entre les lignes du levé et l'arrêt des bulleurs à des fins d'entretien		
9. Lorsqu'un levé sismique (collecte de données) est interrompu pour passer d'une ligne de levé à une autre, pour effectuer de l'entretien ou pour une autre raison opérationnelle, la ou les grappe(s) de bulleurs doivent : a) être stoppée(s) complètement; ou b) réduite(s) à un seul bulleur.	a) Réduire b) Inconnue	a) Durant le passage d'une ligne de levé à une autre ou l'entretien opérationnel, le canon à air devrait être arrêté complètement seulement si la zone de sécurité peut être efficacement surveillée (c.-à-d. que l'objectif en matière de probabilité de détection peut être atteint) avant de reprendre l'intensification; autrement, le canon à air devrait être réduit à un seul bulleur ou les activités devraient être retardées jusqu'à ce que la zone de sécurité puisse être surveillée efficacement. b) Durant le passage d'une ligne de levé à une autre ou l'entretien opérationnel, le canon à air devrait uniquement être réduit à un seul bulleur si la zone de sécurité ne peut pas être surveillée efficacement avant la reprise de l'intensification. L'efficacité est susceptible de dépendre de la nature de la réactivité et du degré de réactivité de l'animal, lesquels peuvent varier selon les espèces et le contexte. Un examen des ouvrages disponibles et des études supplémentaires sont nécessaires pour bien comprendre l'efficacité.
10. Si la source sismique est réduite à un seul bulleur conformément à l'alinéa 9b) : a) il faut poursuivre la surveillance visuelle de la zone de sécurité conformément à l'article 6 et respecter les consignes d'arrêt des bulleurs de l'article 8; b) les procédures d'intensification établies à l'article 7 n'ont pas à être suivies lorsque le levé sismique reprend.	a) Réduire b) Inconnue	b) L'intensification doit être effectuée au besoin, même lorsque de canon à air est réduit à un seul bulleur.

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
Levés en situation de visibilité réduite		
11. Lorsque les conditions indiquées ci-après prévalent, il faut utiliser des techniques de surveillance acoustique passive des cétacés avant l'activation graduelle de la ou des grappes de bulleurs et durant la même période que pour la surveillance visuelle établie à l'article 6, soit : a) toute la zone de sécurité n'est pas visible; et b) le levé sismique est effectué dans un secteur : (i) connu comme l'habitat essentiel d'un cétacé émettant des vocalisations inscrit comme menacé ou en voie de disparition à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*; ou (ii) identifié d'après une évaluation environnementale, comme endroit où l'on devrait trouver un cétacé émettant des vocalisations appartenant à une espèce qui pourrait subir des effets néfastes notables, en regard des modalités énoncées à l'alinéa 4b).	Réduire	Voir l'alinéa 6b) ci-dessus.
12. Si l'on se sert de la surveillance acoustique passive ou d'une technique semblable de détection de cétacés, conformément à l'article 11, et que l'on ne peut identifier l'espèce par sa signature vocale ou un autre critère d'identification : a) il faut présumer que toutes les vocalisations de cétacés non identifiés sont émises par des baleines visées aux alinéas 8a) ou 8b); et b) à moins que l'on établisse que le ou les cétacés sont à l'extérieur de la zone de sécurité, l'activation de la ou des grappes de bulleurs ne peut commencer que si une période d'au moins 30 minutes s'est écoulée depuis le dernier enregistrement de vocalisations émises par des cétacés non identifiés.	Réduire	b) Voir la mise en garde au sujet des espèces qui plongent en profondeur à l'alinéa 6b) ci-dessus.

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
Mesures d'atténuation additionnelles ou modifiées		
13. Quiconque veut effectuer un levé sismique dans le milieu marin du Canada peut être requis de mettre en place des mesures d'atténuation additionnelles ou modifiées, notamment une modification à la superficie de la zone de sécurité ou d'autres mesures précisées dans l'évaluation environnementale du projet, afin de tenir compte : a) de la possibilité d'effets environnementaux néfastes chroniques ou cumulatifs de : (i) plusieurs sources sismiques (par exemple deux navires pour un projet ou des projets simultanés), ou (ii) la combinaison de levés sismiques et d'autres activités qui nuisent à la qualité du milieu marin dans la région perturbée par le ou les programmes proposés; b) des variations dans les niveaux de propagation du son dans la colonne d'eau, lesquels dépendent du fond marin et de facteurs géomorphologiques et océanographiques; c) de niveaux sonores de la ou des grappe(s) de bulleurs sismiques significativement plus bas ou plus élevés que la moyenne; d) d'espèces relevées comme étant préoccupantes dans une évaluation environnementale, notamment celles décrites à l'alinéa 4b).	Réduire	
14. Des changements à certaines ou à l'ensemble des mesures établies dans le présent Énoncé des pratiques canadiennes pourraient être autorisés si les nouvelles mesures d'atténuation ou de précaution permettent d'atteindre un niveau de protection environnementale équivalent ou supérieur en ce qui concerne les aspects présents aux articles 6 à 13 inclusivement. Lorsque d'autres méthodes ou technologies sont proposées, elles doivent être évaluées dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet.	Réduire	

Mesure d'atténuation (provenant de l'Énoncé)	Efficacité	Recommandations concernant les modifications ou les ajouts
15. Lorsqu'un seul bulleur est utilisé et que l'intensification, consistant à activer de plus en plus de bulleurs, ne s'applique pas, il faut quand même accroître graduellement le niveau sonore dans la mesure où cela est techniquement réalisable.	Réduire	

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale Nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Examen des mesures d'atténuation et de surveillance dans le cadre des activités de levés sismiques dans l'habitat d'espèces de cétacés en péril et à proximité de celui-ci. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/005.

Also available in English :

DFO. 2015. Review of Mitigation and Monitoring Measures for Seismic Survey Activities in and near the Habitat of Cetacean Species at Risk. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/005.